

BEST AVAILABLE COPY

(10), (12) Gazette of German Patent Laid-Open No. DE 44 12 770

(21) Application No.: P 44 12 7707

(22) Filing Date: April 13, 1994

(43) Publication Date: October 19, 1995

(71) Applicant: Siemens AG, 80333 Munchen, DE

(72) Inventors: Rebhan, Wolfgang, Dipl.-Ing., 82031 Grunwald,
DE

Kopplitz-Weissgerber, Peter, Dipl.-Ing., 96450
Coburg, DE

(51) International Patent Classification

H01Q19/06

H01Q15/02

G01S13/93

H01Q25/00

Request for examination has been filed under Article No.44 of
the Patent Law.

(54) Title of the Invention

Microwave Lens Antenna Arrangement for
Automobile-Spacing Alarm Radar

(57) Abstract

Three exciters (6, 7, 8) arranged side-by-side in a
horizontal direction and capable of being operated separately

are arranged within a focal plane of a dielectric lens (5) having a short focal length formed as a Fresnel lens. A displacement from the central axis in these exciters may determine a projection state of the radiation lobes (2, 3, 4) projected from the exciters. It is preferable that three exciters are designed and/or arranged in such a way that a 45° linearly polarized wave may be generated. The lens antenna arrangement in accordance with this invention is used in an automobile-spacing alarm radar device.

SPECIFICATION

TITLE OF THE INVENTION

MICROWAVE LENS ANTENNA ARRANGEMENT FOR
AUTOMOBILE-SPACING ALARM RADAR

BACKGROUND OF THE INVENTION

1. Field of the Invention

This invention relates to a microwave lens antenna arrangement for an automobile-spacing alarm radar in accordance with the constitution described in the preamble portion of claim 1.

2. Description of the Prior Art

In order to improve a safety of an automobile at a road traffic situation and to reduce a load of a driver, it is desired to provide either an alarm signal or an automatic processing when there occurs a hindrance and in particular an automobile approaches a preceding vehicle and strikes against it. In order to perform this operation, it is necessary to attain information on a distance against the hindrance and information about a relative speed. These information items can be attained by transmitting a suitable electromagnetic microwave signal from an antenna fixed at the front end part of an automobile, for example, and then receiving a signal reflected at the hindrance. In this case, the antenna should generate acutely

converged beams for use in radiating them only to the hindrance strictly in accordance with the target. Since a size of the antenna is kept small in such a way that the antenna can be assembled in a striking rod, it is necessary to select a high frequency for attaining a sufficient beam directivity. A depth of the antenna unit should always be kept short. In order to prevent any erroneous information from being received from a guidance board, for example, it is important that a radiation lobe is inclined in a small angle toward a right side or a left side while a beam transmitted from an antenna is being directed toward a preceding vehicle at a curved part of road. Since such an inclination processing is required to be performed fast and positively, an electrical changing-over at that case is effective as compared with that of the inclination processing using a mechanical means.

The antenna for an automobile-spacing radar using only one lobe which cannot be inclined is well known by the specification of the published German Patent No.38 40 451. In this case, it is important to provide the lens antenna for receiving an electrical power from the horn radiator. It is possible to realize a directivity where the lobe widths are wide in the two crossing sectional surfaces under application of this well-known lens antenna. Due to this fact, although the lens has different lens outer shapes and contours within the right crossing two sectional surfaces and the outer shapes and

contours at the first sectional surface are selected to be transmitted to a wave having a flat wave surface after a spherical wave outputted from the focal point passes through the lens, the outer shapes and contours at the sectional surface crossing at a right angle with the first sectional surface are selected to have a non-flat phase wave surface after the spherical wave outputted from the focal point passes the lens.

SUMMARY OF THE INVENTION

It is an object of the present invention to provide a microwave lens antenna arrangement in which the radiation lobes capable of being set to cause their widths to be different from each other within the two crossing major planes can be inclined rapidly and positively in either a leftward or rightward direction in respect to the automobile-spacing alarm radar, in that case, it is possible to realize a shape having a quite small outer shape size, in particular, a shape having a small depth size and further a mass production can be carried out while excessively reducing the parts expenditure under a low cost.

The aforesaid object is resolved by the microwave lens antenna arrangement having a configuration described at the preamble portion of claim 1 and suggested in a characterizing portion of this claim.

Accordingly, the lens antenna arrangement in accordance with the present invention includes the three exciters arranged

in the focal point plane of the lens in a horizontal direction and one specific radiation lobe is associated with these exciters. These radiation lobes have a half value width of about 3° , for example, in a horizontal plane and further have a half value of about 5° in a vertical plane. A displacement from the central axis of the exciter determines a state of projection of the radiation lobes. An electronic changing-over from the central exciter to either the right or left exciter in the radiation exciter system enables the changing-over to be set to the radiation lobe from the central radiation lobe to one side. These exciters are closely adjacent to each other in such a way that the radiation lobes may be overlapped to each other at the side region. Realizing both a small width and a height required for an aperture by 100 mm \times 75 mm, for example, is assured by a high operating frequency of 77 GHz, for example. Since the depth of the small device reduces a thickness of the lens or a loss of light intensity, this is accomplished with a lens having a short focal point formed at a Fresnel lens. Fresnel lens has a quite narrow region and although this is not usually applied, it can be well used because it is similarly quite narrow transmittance region.

The effective improvement and applicability of the present invention are already indicated in the accompanying claims.

BRIEF DESCRIPTION OF THE DRAWINGS

Other features and advantages of the invention as well as its adaptability will be made more apparent by the following detailed description, the accompanying drawings and the claims.

Referring to eleven figures, this invention and its preferred embodiments will be described as follows:

Fig. 1 is a sectional view taken from above for showing an accompanying radiation lobe and a lens antenna arrangement of this invention installed in a housing;

Fig. 2 is a similar sectional view taken from above for showing another lens arrangement;

Figs. 3, 4 and 5 are a schematic illustration for showing a radiation exciter system comprised of three waveguide radiators in respect to the lens antenna arrangement of this invention;

Fig. 6 is a schematic illustration for showing a radiation exciter system comprised of three patch antennas in respect to the lens antenna arrangement of this invention;

Fig. 7 is a perspective view for showing an external structure of a preferred embodiment installed at a front end of an automobile-spacing alarm radar having a lens antenna arrangement assembled in it;

Fig. 8 shows an internal part of the structure at the front end shown in Fig. 7;

Fig. 9 is a sectional view taken from above for showing a preferred embodiment of the front end where a transmittance antenna and a receiving antenna are separately arranged;

Fig. 10 is a cross sectional view for showing a radiation lobe generated through an antenna arrangement in Fig. 9; and

Fig. 11 shows apertures of two antennas in respect to a 45° linearly polarized wave used in the preferred embodiment shown in Fig. 9.

DETAILED DESCRIPTION OF THE PREFERRED EMBODIMENTS

In the drawings, the same reference numerals represent the same structural elements.

Each of Figs. 1 and 2 is a sectional view taken from above, respectively, and these figures show a front end housing 1 for an automobile-spacing alarm radar provided with a lens antenna arrangement, and radiation lobes 2, 3 and 4 generated by this radar. This front end housing 1 is installed at a front side of an automobile. A cubic housing 1 formed by metallic plates is opened in a forward direction and the housing 1 is shielded by an electric inductive lens 5 so as to attain an anti-weather characteristic. This lens 5 has a permeation characteristic against an electromagnetic wave and is formed by polystyrol, for example. This radiation exciter system is constituted by three exciters 6, 7 and 8 which are arranged to be adjacent to a focusing plane of the lens 5 in a horizontal directivity and

which can be operated separately. In this case, the central exciter 6 generates a central lobe 2, the left exciter 7 generates a right radiation lobe 3 and the right exciter 8 generates a left radiation lobe 4. In addition to the lens 5 and the exciters 6, 7 and 8, the compact-sized cubic housing 1 also has electronic circuit elements subsequent to the former elements. Either a rear side of the housing 1 or the other side wall of the housing 1 has a plurality of connector terminals for use in supplying an electric current to the electric circuit elements and transmitting information from the housing 1 to an external computer within an automobile. The housing walls at the lateral sides of the lens 5 are covered by a microwave attenuation layer 9 for preventing the wave from being reflected against the walls. The radiation lobes 2, 3 and 4 have a half-value width of about 3° in a horizontal plane, for example, and further have a half-value width of about 5° within a vertical plane. A displacement of the exciters 7 and 8 from a central axis determines a radiation state of each of the radiation lobes 3 and 4. An electronic changing-over from the central exciter 6 to either the right exciter 7 or the left exciter 8 enables the radiation lobe to be changed over from the central radiation lobe 2 to the lateral side radiation lobe 3 or 4. These exciters 6, 7 and 8 are arranged to be closely adjacent to each other in such a way that either the radiation lobes 2 and 3 or the radiation lobes 2 and 4 are overlapped to

each other at their sides. A small width and a small height required for an antenna aperture of 100 mm x 75 mm, for example, are realized in an operating frequency of 77 GHz, for example. A shallow depth of the structure can be attained by a lens 5 having a short focal length formed as a Fresnel lens so as to reduce a thickness of the lens and a loss of light intensity. Although the Fresnel lens has a quite narrow region, it can be used well for this object of utilization because a transmittance region is always kept narrow.

In order to adapt for a possibility of external contamination of the lens 5 opposing against a vehicle, a step is preferably arranged inside the lens as shown in Fig. 1. However, when a special state is applied, the step may also be applied outside a vehicle, as shown in Fig. 2. In this case, the stain can be prevented well through a window 10 having a smooth outer surface of an additional radar dome capable of preventing a loss of light intensity. When the apertures of the lens antenna arrangements have the same phase to each other, the beams go out in parallel with the rotating axis. In this case, the preferred embodiment shown in Fig. 2 has an advantage that a ring-like shadow region increasing a side lobe within a radiated electromagnetic field pattern is not generated at the aperture due to the step of the lens 5 placed more outside as compared with that of the preferred embodiment shown in Fig. 1.

As shown in Fig. 1, both lens surfaces may be curved. However, one of the lens surfaces has occasionally no step as shown in Fig. 2 and it may be flat. A radiation characteristic can be made most suitable through a special selection of an outer contour of the lens. For example, an image aberration generated by the exciters 6, 7 and 8 displaced in a lateral direction can be reduced. In order to reduce a reflection, there occurs a certain variation at one of the lens surfaces. Such a variation as above is found at some holes properly designed and distributed uniformly over an entire surface or the surface layer having a low dielectric constant and a proper thickness, for example.

In order to make a different converging characteristic of the antenna within each of a horizontal plane and a vertical plane, it is preferable that an aperture of the lens 5 has either a rectangle or an ellipse. In this case, a long side is placed in a plane where the lobe has a high converging characteristic. In that case, the radiated electromagnetic field pattern of the exciter shows a different converging characteristic within both planes. This state is accomplished at the aperture of the rectangular exciter where its edge is also set to be perpendicular or horizontal. Since converging characteristics within an E-plane or an H-plane are substantially different from each other, it is also possible to attain an exciter aperture having a regular square or a circular shape. The

exciter that can be applied in this case, i.e. either a waveguide radiator or a patch antenna shows a polarization in either a vertical direction or a horizontal direction in response to supplied electricity.

In the preferred embodiments shown in Figs. 1 and 2, either the horn-shaped radiator or the waveguide exciter is used as the exciters 6, 7 and 8. In a special case, it is necessary to keep a large size of aperture of the exciter at the horn-shaped radiator where the adjoining exciters overlap to each other in order to reduce a state of out-of-focus of the lens. In that case, as shown in Figs. 1 and 2, if a directing action of each of the exciters 6, 7 and 8 is intensified by an inductive rod-like radiator 11 inserted into the aperture of the radiator, it is possible to utilize a small aperture not producing any overlapping of the exciters 6, 7 and 8.

In the preferred embodiments shown in Figs. 1 and 2, each of a waveguide with a curvature of 90° and another waveguide piece is subsequent to the exciters 6, 7 and 8 formed as either the horn-shaped radiators or the waveguide exciters, and a relay part between these elements is subsequent to a stripe conductor line. In order to fulfill the requirement against a quite low parts cost, the exciters 6, 7 and 8 are realized at notches together with the curvature of the waveguide to be connected and a rectangular waveguide piece, and one minute injection molded parts comprised of two plates 12, 13 and

capable of being manufactured at a low price. A separation plane between these injection molded plates is denoted by reference numeral 14.

The automobile-spacing alarm radar has a problem that a radiation of disturbed microwave is detected by an inverse running vehicle utilizing the same alarm system through a side part of the main lobe of the radiated electromagnetic field pattern or the side lobe. This problem for restricting the disturbed radiation of the inverse running vehicle can be resolved well by rotating the polarizations of the exciters 6, 7 and 8 by 45° . At this time, the polarizations of the three radiation lobes are rotated only by the same angle.

Accordingly, the radiation of the inverse running vehicle cannot be detected in a theoretical manner. A reason for it consists in the fact that when the running direction is in reverse direction, a polarization ranging from the polarization by $+45^\circ$ to the polarization by -45° is generated and its vice versa also occurs. However, the polarized waves which are crossed to each other cannot be received at an antenna. No effect is found in a circular polarization because the polarization turning in a rightward direction, for example, keeps its rightward rotation even if the vehicle runs in another direction (as for a comparison, even if a nut is threadably set from any side of a right-laid screw, the right-laid screw similarly does not become a left-laid screw). Realizing 45°

linear polarization in cooperation with another processing is an important element for a construction of antenna of this invention.

A relative simple method for rotating the polarization of an exciter is carried out such that each of the exciters 6, 7 and 8 themselves is rotated by 45° around a longitudinal axis. Fig. 3 shows that the exciter system composed of the three waveguide exciters 6, 7 and 8 is shown in a partial sectional view in respect to the lens antenna arrangement of this invention and this system is shown from its front side. The exciters 6, 7 and 8 in this exciter system are being rotated around the longitudinal axis in such a way that the system may produce a polarization angle of 45° . The exciters 6, 7 and 8 may be of a simple opened rectangular waveguide, or they may be a box horn 15 shown in Fig. 4 taken along line A-A, i.e. they may have a specific short structural shape of the waveguide with an exciter having an acute cross sectional surface.

Additionally, these exciters may be formed also as a simple pyramid horn-shaped radiator. As it has already been described above in reference to the description about the arrangement shown in Figs. 1 and 2, 90° curvature of one waveguide and another waveguide piece 16 are connected to each of the exciters 6, 7 and 8, respectively. These connected portions 17 are subsequent to the stripe conductive lines 18, and a quite thin

intermediate layer on a basic circuit substrate 31 is attached to the stripe conductive lines.

Fig. 5 shows another method for rotating the polarization of the exciter. In this case, the radiator apertures of the exciters 6, 7 and 8 are not rotated toward a direction of the longitudinal axis, but only the electrical supplying portions 19 of the waveguides are rotated by 45° . As illustrated by a comparison with the arrangement in Fig. 3, it is possible to utilize a slight large exciter aperture when the spaces between the exciters are the same to each other. With such an arrangement as above, unfocused state is reduced at the edge part of the lens. In reference to a principle of the exciter shown in Fig. 5, it is a difficult matter that an interference polarization is slightly increased at the side parts of the radiation lobe in the vertical plane and the horizontal plane

It is pointed out that the shape of the exciter acting as the box horn 15 shown in Fig. 4 enables the 90° curvature of the waveguide subsequent to it to be acknowledged. A polarization vector 21 of the electromagnetic wave extends in a direction shown in Fig. 4.

Even when each of the exciters 6, 7 and 8 is rotated around its longitudinal axis, the radiation lobes 2, 3 and 4 are rotated together, so that when a cross sectional surface of the beam is ellipse in its shape, the lens 5 directed to either a

horizontal state or a vertical state and having an edge shape of either ellipse or rectangle directed in a horizontal state or vertical state is not correctly illuminated at all. The edge part of the lens 5 partially becomes a cause generating a partial unfocused state, disturbance and loss of light intensity. Due to this fact, the lens aperture and the radiated electromagnetic field pattern of the exciter are selected to have a round shape in each of the respective cases and in such a case as above, if the diameter of the lens is substantially coincided with a long side of a rectangle of the original aperture, it becomes effective. Accordingly, the aperture of the exciter in the arrangement shown in Fig. 3 is selected in such a way that a substantial rotational symmetrical radiation lobe may be generated. Irrespective of this fact, an outer shape contour of the lens in its vertical direction is changed in such a way that a suitable non-linear phase frequency characteristic where a desired beam widening state ranging from 3° to 5° , for example, is attained may be generated in the vertical direction, for example, in order to accomplish the different converging characteristics of the radiation lobes 2, 3 and 4 of the antenna in their horizontal and vertical directions. It becomes effective when the characteristic is coincided with a phase frequency characteristic having the changed outer contour in the lens configuration attained through the arrangement shown in Fig. 2 because the advantage of this

configuration can be attained completely only when no refraction is generated at an outer surface of the lens 5.

Fig. 6 schematically illustrates another shape of the exciter, i.e. a radiation exciter system provided with a group of three patch antennas 22, 23 and 24. In this case, it is important to provide the stripe conductive line. This conductive line is comprised of an electrical conductive substrate 25 having a quite thin dielectric intermediate layer. A rectangular metallic region, i.e. the patches 22, 23 and 24 are attached on the intermediate layer. These elements may act as light emitting elements. An electrical supplying to these patches 22, 23 and 24 is carried out through a current connection in a lateral direction through the stripe electrical conductor lines 26, 27 and 28. The substrate 25 having patches 22, 23 and 24 is placed in a focal plane of the lens and is in parallel with the lens aperture. The stripe electric conductive lines 26, 27 and 28 are connected to the miniature-sized integrated microwave circuit 30, a so-called MMIC through the relay part 29.

In this case, description about a function of the front end part and a constitution on its structure will be continued.

The electronic circuit assembled at the front end part contains a semiconductor parts having a miniature-sized integrated microwave circuit (MMIC) as a major parts. This microwave circuit also contains an electronic switch for use

in changing-over among three exciters. When the patch exciters are used, the preferred embodiment shown in Fig. 6 will be referred. The three stripe electric conductor lines 26, 27 and 28 are directly communicated from the MMIC 30 to the patches 22, 23 and 24 through the relay part 29. When either a waveguide exciter or a pyramid-shaped exciter is applied, there is also provided a special relay part 17 for use in inputting from a tape conductive line 18 into the rectangular waveguide 16. A constitution of such a relay part as above is principally well known in the art.

When a quite small size is to be specified, a rigid electrical current connection between the MMIC and another tape electrical conductor line installed on an independent substrate (either 25 in Fig. 6 or 31 in Fig. 3) becomes a quite severe technical problem, so that a soft electrical conductive connecting tape piece is placed between both of them and the tape is fixed to one side through a bonding agent.

When the preferred embodiment using the waveguide exciter is applied for attaining a closeness against the high frequency, the frequency less than an operating frequency does not reach the electronic circuit because the entire focal plane is electromagnetically shielded by the metallic surface outside the aperture of the waveguide. Also when the patch exciter is applied, each of one-piece type rectangular waveguides having taking-in portions at suitable both sides

from the tape electrical conductive lines 26, 27 and 28 is inserted in front of the relay portion 29 in Fig. 6 directed toward the MMIC 30 in order to attain a sealing closed state against HF and this becomes effective through shielding against the side spacing between these waveguides with the metallic surface.

Figs. 7 and 8 show one example of configuration in structure concerning the front end part of the automobile spacing alarm radar provided with the assembled lens antenna arrangement of this invention. In this case, Fig. 7 shows a perspective view illustrating its outer shape. This front end part is constituted by the rectangular metallic housing 32 manufactured by an injection molding technology, for example. The front end side of this housing is covered by a lens 33 made of polystyrol, for example. This lens 33 is mounted by a lid, a snap lid 34, for example. Insertion pins 37 are molded into a connection case 36, for example, at one side wall 35. A power supply for the electronic circuit elements in the housing 32 and some electric conductors for transmitting information from the housing 32 to an external computer for the automobile can be connected to the insertion pins. An example in which some component parts are distributed in the housing 32 is illustrated in the perspective view partially shown in section in Fig. 8. It is apparent that the lens 33 is mounted on the housing 32 to cover the housing 32 with a packing 49 against

weather. The lens is molded into the housing 32, for example. An electronic circuit block 39 is adhered on a bottom part 38 made of aluminum die-cast, for example. Some electronic circuit elements and occasionally ASIC parts 40 especially protected are placed in the electronic circuit block or on the electronic circuit block. MMIC 41 placed on a carrier is also protected and arranged. The exciters 42, 43 and 44 are formed as apertures in the die-cast parts composed of two plates 45, 46 together with the curvatures subsequent to the exciters and the rectangular waveguide. A small electrical conductive connector tape 47 is connected at a midway part between MMIC 41 and the electronic circuit block 39. A connector 48 bonded to the electronic circuit block 39 is also fixed to the molded insertion pins 37. The electronic circuit block 39, ASIC parts 40, MMIC 41 and supplying conductor lines communicated with these elements are protected and shielded by a metallic molded product 70.

A signal transmittance or signal receiving is carried out in the preferred embodiments described up to now through each of the operating radiation lobes 2, 3 or 4. Occasionally, it is more preferable that a transmittance antenna and a receiving antenna are separately arranged and they are installed while being adjacent to each other, for example. Since it is desirable to select directivity when a signal is received, it is possible to generate a large radiation lobe of 10° , for example, in a

horizontal direction when a signal is to be transmitted. Such preferred embodiment as above is shown as a sectional view taken from above in Fig. 9. A receiving antenna 50 forms a left segment as seen from the front side of the antenna arrangement, and the receiving antenna 50 coincides with the structure of the front end part described in reference to Fig. 1. In this case, indeed, although the inner surface of the lens 51 is flat, its outer surface is curved and further provided with a step. An aperture of the transmittance antenna 52 placed at the lateral side of the receiving antenna is correspondingly smaller than the aperture of the receiving antenna 50. The transmittance antenna 52 has only one exciter 53 and other features of this transmittance antenna 52 are constituted in accordance with one of the principles already described up to now. Although the transmittance antenna 52 and the receiving antenna 50 are formed in accordance with the same principle, it is not necessarily required to form them as above. Within the metallic housing 54 covered with an attenuation layer 71 inside the housing or between both antennas 50 and 52 are arranged the waveguide exciters 53 or 54, 55 and 56 together with the curvature subsequent to the exciters and the rectangular waveguide acting as an aperture or notch and further they are arranged as a small injection molded product formed on a separation surface 59 composed of two plates 57, 58. A lens 60 placed for the transmittance antenna 52 having a smaller

aperture than that of the lens of the receiving antenna 50 is molded in the same manner as that for the lens 51 of the receiving antenna 50 and has a step. An oscillator 61 is also assembled inside the metallic housing 54 at the transmittance part.

Fig. 10 illustrates in a cross sectional view the radiation lobe 62 of the transmittance antenna 52 and three radiation lobes 63, 64 and 65 of the receiving antenna 50 in the arrangement shown in Fig. 9. In Fig. 11 are illustrated circular apertures when the transmittance antenna 52 and the receiving antenna 50 in the arrangement in Fig. 9 are operated in 45° linear polarization. The aperture of the transmittance antenna 52 is denoted by reference numeral 66 and the aperture of the receiving antenna 50 is denoted by reference numeral 67. The antenna constituted such that the transmittance/receiving operation is carried out separately for polarization of $0^\circ/90^\circ$ using a rectangular aperture has a shape indicated by a dotted line, for example. In this case, the aperture for the transmittance antenna is denoted by reference numeral 68 and the aperture for the receiving antenna is denoted by reference numeral 69.

While this invention has been described in conjunction with the preferred embodiments described above, it will now be possible for those skilled in the art to put this invention into practice in various other manners.

WHAT IS CLAIMED IS:

1. A microwave lens antenna arrangement for an automobile-spacing alarm radar comprising a radiation exciter system and a lens of dielectric material for permeating an electromagnetic wave, wherein

the radiation exciter system for generating a left radiation lobe (4), a central radiation lobe (2) and a right radiation lobe (3) is formed by three exciters (8, 6, 7) arranged to be adjacent to each other in a focal plane of a lens (5) and capable of being operated separately in such a way that each of the left and right radiation lobes (4, 3) may overlap on the central radiation lobe (2) at lateral side regions of a horizontal antenna pattern, the lens formed as a convex lens has a short focal point and has a step for reducing a thickness and a loss of light intensity.

2. The microwave lens antenna arrangement according to claim 1, wherein the radiation lobes (2, 3, 4) have another converging characteristic in a vertical plane rather than in a horizontal plane, preferably an intensified converging characteristic.

3. The microwave lens antenna arrangement according to claim 2, wherein the radiated electromagnetic field pattern of the exciter at a cross sectional surface and the lens aperture is

selected to have a circular shape, different converging characteristics in a horizontal plane and a vertical plane are attained by changing an external contour of the lens in either the vertical plane or the horizontal plane in such a way that a suitable non-linear phase frequency characteristic giving a desired widening of beam in each of the planes is generated within the planes.

4. The microwave lens antenna arrangement according to claim 2, wherein a long side has a rectangular or elliptical lens aperture placed in a plane of intensified converging characteristic of lobe.

5. The microwave lens antenna arrangement according to claim 2, wherein each of the radiated electromagnetic field patterns of the three exciters (6, 7, 8) has a different directivity in both crossing planes.

6. The microwave lens antenna arrangement according to claim 5, wherein the three exciters (6, 7, 8) have a rectangular aperture and a side of the aperture is directed in either a vertical direction or a horizontal direction.

7. The microwave lens antenna arrangement according to claim 5, wherein the three exciters (6, 7, 8) have a square or circular

aperture and each of E-plane and H-plane has a different converging characteristic.

8. The microwave lens antenna arrangement according to claim 1, wherein the three exciters (6, 7, 8) of the radiation exciter system are formed and/or arranged in such a way that they may generate a 45° linearly polarized wave.

9. The microwave lens antenna arrangement according to claim 8, wherein each of the three exciters (6, 7, 8) is a waveguide exciter having one rectangular aperture, and these waveguide exciters are arranged to be adjacent in parallel to each other and their edges are rotated by 45° in respect to either a vertical direction or a horizontal direction.

10. The microwave lens antenna arrangement according to claim 9, wherein the waveguide exciter is formed at an opened rectangular waveguide, the box horn (15), i.e. the rectangular waveguide having an acute expansion part in a cross sectional surface or at a pyramid horn.

11. The microwave lens antenna arrangement according to claim 8, wherein each of the three exciters (6, 7, 8) is a waveguide exciter having one rectangular aperture, these waveguide exciters are arranged to be adjacent in parallel to each other

and their long sides are arranged in a vertical direction, although there are provided electrical supplying portions (19) being rotated only by 45° .

12. The microwave lens antenna arrangement according to any one of claims 8 to 11, wherein the rod-like radiator (11) of dielectric material for intensifying a directing action of the exciter is inserted into the aperture of the radiator without arranging any apertures becoming cause of overlapping against a case where spatial overlapping of adjoining exciters (6, 7 or 7, 8) is generated for requirement to reduce unfocused state of the lens and attain an excessive expansion of the aperture of either the horn radiator or the waveguide exciter in respect to the reduction in unfocused state.

13. The microwave lens antenna arrangement according to claim 8, wherein the three exciters (22, 23, 24) of the radiation exciter system are so-called three patch antennas, i.e. three stripe electrical conductive line antennas, these antennas are constituted by one electrical conductive substrate (25) having a quite thin dielectric intermediate layer, a rectangular metallic region, so-called "patch" acting as a radiation member is fixed on the intermediate layer, electrical supplying to the "patch" is carried out through a current connection in a lateral direction through the stripe electrical conductive lines (26,

27, 28), and the substrate is placed in the focal plane of the lens (5) together with the "patch" in parallel with the aperture of the lens.

14. The microwave lens antenna arrangement according to claim 1, wherein a step is provided inside the lens (5) and an outside part of the lens is a smooth surface.

15. The microwave lens antenna arrangement according to claim 1, wherein a step is provided inside the lens (5) and a radar dome window (10) having a smooth outer surface showing no loss of light intensity is arranged in front of the lens.

16. The microwave lens antenna arrangement according to claim 1, wherein an outer contour of the lens is especially selected to cause an antenna radiation characteristic to be made most suitable.

17. The microwave lens antenna arrangement according to claim 1, wherein there is present a variation in one of the lens surfaces in order to reduce a reflection.

18. The microwave lens antenna arrangement according to claim 17, wherein said variation is a hole having a suitable size and distributed in an entire surface.

19. The microwave lens antenna arrangement according to claim 17, wherein said variation is formed at a surface layer having a suitable thickness with a low dielectric constant.

20. The microwave lens antenna arrangement according to claim 15, wherein an outer contour of the lens is selected in such a way that an image forming aberration generated by a lateral displacement of the exciters (6, 7, 8) is reduced.

21. The microwave lens antenna arrangement according to claim 1, wherein the dielectric lens (33), the radiation exciter system and the electronic circuit elements subsequent to the system are installed in a compact, parallelepiped housing (32), for example, to form a so-called front end, the lens is concurrently an anti-weather front cover of the housing, and the housing has connector terminals (36, 37), at a rear side or at another side surface, for use in supplying electrical power to the electronic circuit elements and for sending information signal from the housing to an external computer of an automobile.

22. The microwave lens antenna arrangement according to claim 1, wherein the layer (9) for attenuating microwave to prevent

disturbance is attached to the wall of the housing at a side of the lens (5).

23. The microwave lens antenna arrangement according to claim 1, wherein the dielectric lens (5) is formed by polystyrol.

24. The microwave lens antenna arrangement according to any one of claims 9 to 12, wherein one 90° curvature (20) and subsequently another waveguide piece (20) are connected to each of the waveguide exciters (6, 7, 8), and its relay portion (17) is subsequent to the tape conductive line (18).

25. The microwave lens antenna arrangement according to claim 24, wherein the waveguide exciters (6, 7, 8) are formed by notches in a fine injection molding product composed of metallic or metallic processed two plates (12, 13) together with the curvature (20) and the rectangular waveguide piece (16) subsequent to the exciters.

26. The microwave lens antenna arrangement according to claim 21 or claim 22, wherein the electronic circuit parts arranged in the housing (32) at the front end are formed by the integrated electronic circuits (39), these integrated electronic circuits include semiconductor parts, so-called MMIC having the miniaturized integrated microwave circuits (41, 30) as core

parts, and there is also provided in the parts an electronic switch for changing-over among the three exciters (42, 43, 44).

27. The microwave lens antenna arrangement according to claims 26 and 13, wherein there are provided three tape conductor lines (26, 27, 28) directly communicated with the "patches" (22, 23, 24) of the three patch antennas from the miniaturized integrated microwave circuit (30).

28. The microwave lens antenna arrangement according to claim 26 and any one of claims 21 to 25, wherein the three tape conductor lines are connected to the miniaturized integrated microwave circuit (41) and there is provided a special relay portion for use in taking-in from the tape conductor lines to a rectangular waveguide.

29. The microwave lens antenna arrangement according to claim 27 or 28, wherein one soft electrical conductive connecting tape is arranged among the miniaturized integrated microwave circuit (41) and the three tape conductor lines attached on an independent substrate, and the tape is fixed to one side through bond.

30. The microwave lens antenna arrangement according to any one of claims 21 to 26, wherein the entire focal plane except

the aperture of the waveguide in the housing is shielded by a metallic surface so as to prevent it from being electromagnetically leaked.

31. The microwave lens antenna arrangement according to claim 26 or 27, wherein each one of the rectangular waveguides having taking-in portions at suitable both sides from the tape conductor line is inserted in front of the relay portion communicated with the miniaturized integrated microwave circuit, and the spacing at the side of the rectangular waveguide piece in the housing is shielded by a metallic surface.

32. The microwave lens antenna arrangement according to claim 1, wherein a signal is transmitted or received through each of the operating radiation lobes (2, 3, 4).

33. The microwave lens antenna arrangement according to any one of claims 1 to 31, wherein there is provided a special lens antenna (52) where only receiving is carried out through each of the operating radiation lobes (2, 3, 4) and only one exciter (53) is provided for a signal transmittance, and although this lens antenna generates a large radiation lobe (62), it is constituted by a principle forming the exclusive receiving antenna (50).

34. The microwave lens antenna arrangement according to claim 33, wherein an aperture of the transmittance antenna (52) is designed to be smaller than that of an aperture of exclusive receiving antenna (50).

35. The microwave lens antenna arrangement according to claim 33 or 34, wherein the transmittance antenna (52) and the exclusive receiving antenna (50) are stored in the common housing (54) and this housing (54) has the same design constitution as that of the simple housing (1) according to claim 1.



①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑩ **DE 44 12 770 A 1**

⑤1 Int. Cl.⁶:
H 01 Q 19/06
H 01 Q 15/02
G 01 S 13/93
H 01 Q 25/00

②1 Aktenzeichen: P 44 12 770.7
②2 Anmeldetag: 13. 4. 94
④3 Offenlegungstag: 19. 10. 95

DE 44 12 770 A 1

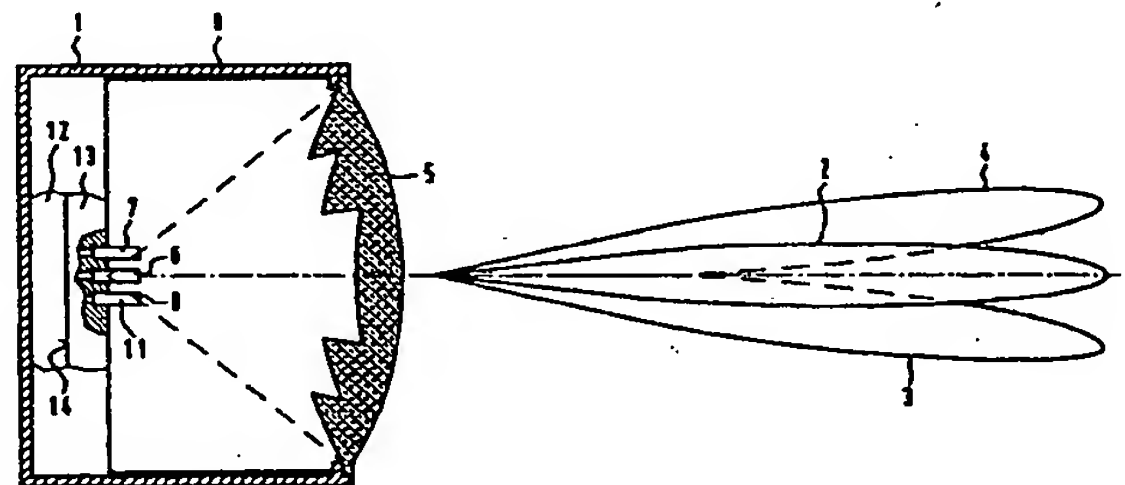
⑦1 Anmelder:
Siemens AG, 80333 München, DE

⑦2 Erfinder:
Rebhan, Wolfgang, Dipl.-Ing., 82031 Grünwald, DE;
Kopitz-Weißgerber, Peter, Dipl.-Ing., 96450 Coburg,
DE

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤4 Mikrowellen-Linsenantennenanordnung für Kraftfahrzeug-Abstandswarnradar

⑤7 In der Brennebene der als Stufenlinse ausgebildeten dielektrischen Linse (5) mit kurzer Brennweite sind drei horizontal nebeneinander angeordnete, getrennt einschaltbare Erreger (6, 7, 8) vorgesehen, deren Versatz aus der Mittelachse die Auslenkung der von ihnen erzeugten Strahlungskeulen (2, 3, 4) bestimmt. Vorteilhaft sind die drei Erreger so ausgelegt und/oder angeordnet, daß eine 45°-Linearpolarisation entsteht. Die Linsenantennenanordnung nach der Erfindung ist zum Einsatz bei Kraftfahrzeug-Abstandswarnradargeräten vorgesehen.



DE 44 12 770 A 1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

BUNDESDRUCKEREI 08. 95 508 042/208

15/31

Die Erfindung bezieht sich auf eine Mikrowellen-Linsenantennenanordnung für Kraftfahrzeug-Abstandswarnradar gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1.

Zur Erhöhung der Sicherheit von Kraftfahrzeugen im Straßenverkehr und zur Entlastung des Fahrers sind Warnsignale bzw. automatische Maßnahmen bei zu dichtem Auffahren auf ein mögliches Hindernis, insbesondere den vorausfahrenden Wagen, erwünscht. Dazu sind Informationen über die Entfernung und die Relativgeschwindigkeit zum Hindernis nötig. Diese Informationen kann man beispielsweise durch Aussenden eines geeigneten elektromagnetischen Mikrowellensignals von einer an der Frontseite des Kraftfahrzeugs angebrachten Antenne und anschließendem Empfang des am Hindernis reflektierten Signals erhalten. Die Antenne soll dabei einen scharf gebündelten Strahl erzeugen, der gezielt nur das Hindernis anstrahlt. Da die Abmessungen der Antenne klein sein sollen, damit beispielsweise eine Integration in die Stoßstange möglich ist, muß eine hohe Frequenz gewählt werden, um eine ausreichende Strahlbündelung zu erreichen. Die Bautiefe der Antenneneinheit soll ebenfalls sehr gering sein. Damit in Kurven der Antennenstrahl auf das voraus fahrende Fahrzeug ausgerichtet bleibt und keine Fehlinformationen, beispielsweise von Leitplanken, empfangen werden, ist es wichtig, daß die Strahlungskeule um einen kleinen Winkel nach rechts oder nach links geschwenkt werden kann. Da ein solcher Schwenkvorgang schnell und zuverlässig ablaufen soll, hat ein elektrisches Umschalten hierbei Vorzüge gegenüber einem Schwenkvorgang mit mechanischen Mitteln.

Eine Antenne für ein Kraftfahrzeug-Abstandswarnradar, allerdings mit nur einer einzigen nicht schwenkbaren Keule, ist aus DE-OS 38 40 451 bekannt. Es handelt sich hierbei um eine Linsenantenne, die von einem Hornstrahler gespeist wird. Mit dieser bekannten Linsenantenne läßt sich eine Richtcharakteristik mit stark unterschiedlicher Keulenbreite in zwei orthogonalen Schnittebenen realisieren. Dazu weist die Linse in zwei orthogonalen Schnittebenen unterschiedliche Linsenkonturen auf, wobei die Kontur in der ersten Schnittebene so gewählt ist, daß eine vom Brennpunkt der Linse ausgehende Kugelwelle nach Durchlaufen der Linse in eine Welle mit ebenen Phasenfronten überführt wird, während die Kontur in der hierzu orthogonalen Schnittebene so gewählt ist, daß die vom Brennpunkt ausgehende Kugelwelle nach dem Durchlaufen der Linse weiterhin nichtebene Phasenfronten aufweist.

Aufgabe der Erfindung ist es, für ein Kraftfahrzeug-Abstandswarnradar eine kostengünstige, insbesondere eine Großserienfertigung mit extrem niedrigen Stückkosten erlaubende Mikrowellen-Linsenantennenanordnung zu schaffen, die ein schnelles und zuverlässiges Schwenken der in zwei orthogonalen Hauptebenen unterschiedlich breit dimensionierbaren Strahlungskeule nach links oder rechts gestattet und dabei in einer Bauform mit sehr kleinen Außenabmessungen, insbesondere auch was die Tiefendimension angeht, realisierbar ist.

Diese Aufgabe wird bei einer Mikrowellen-Linsenantennenanordnung gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1 durch die im kennzeichnenden Teil dieses Anspruchs angegebenen Merkmale gelöst.

Die Linsenantennenanordnung nach der Erfindung weist somit drei in der Brennebene der Linse horizontal angeordnete Erreger auf, denen jeweils eine eigene

Strahlungskeule zugeordnet ist. Die Strahlungskeulen haben in der Horizontalebene beispielsweise eine Halbwertsbreite von etwa 3° und in der Vertikalebene etwa 5° . Der Versatz der Erreger aus der Mittelachse bestimmt die Auslenkung der Strahlungskeulen. Durch elektronisches Umschalten von dem mittleren auf den rechten oder linken Erreger des Strahlungserregersystems kann von einer mittleren Strahlungskeule auf eine nach der Seite ausgelenkte Strahlungskeule umgeschaltet werden. Die Erreger liegen so dicht nebeneinander, daß sich die Strahlungskeulen im Flankenbereich überlappen. Die Realisierung der erforderlichen geringen Breite und Höhe der Apertur von beispielsweise $100 \text{ mm} \times 75 \text{ mm}$ wird durch eine hohe Betriebsfrequenz von beispielsweise 77 GHz sichergestellt. Eine geringe Bautiefe wird durch eine Linse mit kurzer Brennweite erreicht, die zur Verringerung der Linsendicke und der Verluste zudem als Stufenlinse ausgeführt ist. Stufenlinsen sind sehr schmalbandig und lassen sich gewöhnlich kaum anwenden, können hier aber wegen des ebenfalls sehr schmalen Übertragungsbandes gut eingesetzt werden.

Zweckmäßige Weiterbildungen und Ausführungsmöglichkeiten der Erfindung sind in den Unteransprüchen angegeben.

Die Erfindung und Ausführungsbeispiele davon werden im folgenden anhand von elf Figuren erläutert.

Es zeigen:

Fig. 1 eine geschnittene Ansicht von oben einer in einem Gehäuse untergebrachten Linsenantennenanordnung nach der Erfindung, mit zugehörigen Strahlungskeulen,

Fig. 2 eine gleichartige Ansicht, allerdings mit einer alternativen Linsenausführung,

Fig. 3, 4 und 5 schematische Darstellungen von jeweils aus drei Hohlleiterstrahlern bestehenden Strahlungserregersystemen für eine Linsenantennenanordnung nach der Erfindung,

Fig. 6 die schematische Darstellung eines aus drei Patch-Antennen bestehenden Strahlungserregersystems für eine Linsenantennenanordnung nach der Erfindung,

Fig. 7 eine Schrägansicht des Außenaufbaus eines Ausführungsbeispiels für ein KFZ-Abstandswarnradar-Frontend mit integrierter Linsenantennenanordnung,

Fig. 8 das Innere des Aufbaus des Frontends nach Fig. 7,

Fig. 9 eine geschnittene Ansicht von oben eines Frontend-Ausführungsbeispiels mit getrennter Sende- und Empfangsantenne,

Fig. 10 eine Querschnittsdarstellung der durch die Antennenanordnung nach Fig. 9 erzeugten Strahlungskeulen,

Fig. 11 die Aperturen der beiden im Ausführungsbeispiel nach Fig. 9 verwendeten Antennen für 45° -Linearpolarisation.

In den Fig. 1 und 2 ist jeweils in geschnittener Ansicht von oben ein Frontend-Gehäuse 1 für ein Kraftfahrzeug-Abstandswarnradar mit Linsenantennenanordnung sowie den von dieser erzeugten Strahlungskeulen 2, 3 und 4 dargestellt. Dieses Frontend-Gehäuse 1 wird vorne an einem Kraftfahrzeug angebracht. Das quaderförmige, aus Metallblech bestehende Gehäuse 1 ist nach vorne hin offen und dort mit einer dielektrischen Linse 5 witterungsfest abgedeckt, die für elektromagnetische Wellen durchlässig ist und z. B. aus Polystyrol besteht. Das Strahlungserregersystem setzt sich aus drei getrennt einschaltbaren, horizontal in der Brennebene der

Linse 5 nebeneinander angeordneten Erregern 6, 7 und 8 zusammen. Dabei erzeugt der mittlere Erreger 6 die mittlere Strahlungskeule 2, der linke Erreger 7 die rechte Strahlungskeule 3 und der rechte Erreger 8 die linke Strahlungskeule 4. Außer der Linse 5 und den Erregern 6, 7 und 8 sind in dem kompakten quaderförmigen Gehäuse 1 noch nachgeordnete elektronische Schaltelemente untergebracht. Das Gehäuse 1 hat an der Rückseite oder an einer anderen Seitenwand Anschlüsse zur Stromversorgung der elektrischen Schaltelemente und zur Weiterleitung von Informationen aus dem Gehäuse 1 an einen externen Rechner im Kraftfahrzeug. Die seitlich von der Linse 5 vorhandenen Gehäusewände sind zur Vermeidung von Wandreflexionen mit einer mikrowellendämpfenden Schicht 9 überzogen. Die Strahlungskeulen 2, 3 und 4 haben in der Horizontalebene beispielsweise eine Halbwertsbreite von etwa 3° und in der Vertikalebene etwa 5° . Der Versatz der Erreger 7 und 8 aus der Mittelachse bestimmt die Auslenkung der Strahlungskeulen 3 bzw. 4. Durch elektronisches Umschalten von dem mittleren Erreger 6 auf den rechten oder linken Erreger 7 bzw. 8 kann von der mittleren Strahlungskeule 2 auf eine nach der Seite ausgelenkte Strahlungskeule 3 bzw. 4 umgeschaltet werden. Die Erreger 6, 7 und 8 liegen so dicht nebeneinander, daß sich die Strahlungskeulen 2 und 3 bzw. 2 und 4 im Flankenbereich überlappen. Die Realisierung der erforderlichen geringen Breite und Höhe der Antennenapertur von beispielsweise $100\text{ mm} \times 75\text{ mm}$ wird durch eine hohe Betriebsfrequenz von beispielsweise 77 GHz sichergestellt. Eine geringe Bautiefe wird durch eine Linse 5 mit kurzer Brennweite erreicht, die zur Verringerung der Linsendicke und der Verluste zudem als Stufenlinse ausgeführt ist. Stufenlinsen sind zwar sehr schmalbandig, können zu diesem Anwendungszweck aber wegen des ebenfalls sehr schmalen Übertragungsbandes gut eingesetzt werden.

Um der Verschmutzungsgefahr auf der fahrzeugabgewandten Außenseite der Linse 5 zu begegnen, sind die Stufen, wie in Fig. 1 dargestellt ist, vorzugsweise auf der Innenseite angebracht. Im Einzelfall kann es jedoch zweckmäßig sein, wie Fig. 2 zeigt, sie auch auf der Außenseite anzubringen. In diesem Fall kann mit einem zusätzlichen verlustarmen Radomfenster 10 mit glatter Außenfläche ein besserer Schutz gegen Verschmutzungen erreicht werden. Bei gleichphasiger Apertur der Linsenantennenanordnung treten die Strahlen parallel zur Rotationsachse aus. Das in Fig. 2 dargestellte Ausführungsbeispiel hat in diesem Fall gegenüber dem Ausführungsbeispiel nach Fig. 1 den Vorteil, daß durch die Stufung der Linse 5 an der Außenseite keine ringförmigen Schattenbereiche in der Apertur entstehen, welche zu einem Nebenzipfelanstieg im Strahlungsdiagramm führen.

Beide Linsenflächen können, wie in Fig. 1 dargestellt ist, gekrümmt sein. Eine der Linsenflächen kann jedoch, wie Fig. 2 zeigt, von der eventuellen Stufung abgesehen, auch eben sein. Durch besondere Wahl der Linsenkonturen kann das Strahlungsverhalten optimiert werden. Beispielsweise können durch seitlich versetzte Erreger 6, 7 und 8 entstehende Abbildungsfehler reduziert werden. Zur Vermeidung von Reflexionen kann eine der Linsenflächen Veränderungen aufweisen. Solche Veränderungen können beispielsweise geeignet bemessene, gleichmäßig über die Fläche verteilte Bohrungen oder eine Oberflächenschicht geeigneter Dicke mit niedriger Dielektrizitätskonstante sein.

Um eine unterschiedliche Bündelung der Antenne in

der horizontalen und vertikalen Ebene zu erzielen, eignet sich eine rechteckige oder elliptische Apertur der Linse 5. Die lange Seite liegt dabei in der Ebene mit der höheren Keulenbündelung. In diesem Fall soll auch das Erregerdiagramm in beiden Ebenen unterschiedliche Bündelung aufweisen. Dies erreicht man mit rechteckförmigen Erregeraperturen, deren Kanten ebenfalls vertikal bzw. horizontal liegen. Auch quadratische oder kreisrunde Erregeraperturen sind wegen der meist unterschiedlichen Bündelung in der E- und der H-Ebene möglich. Die hier in Betracht kommenden Erreger, nämlich Hohlleiterstrahler oder Patch-Antennen, sind dann je nach Einspeisung entweder vertikal oder horizontal polarisiert.

In den Ausführungsbeispielen nach Fig. 1 und 2 werden als Erreger 6, 7 und 8 Hornstrahler bzw. Hohlleitererreger verwendet. Im Einzelfall kann es erforderlich sein, die Erregeraperturen von Hornstrahlern zum Erreichen einer geringen Linsenüberstrahlung so groß zu machen, daß sich eine Überlappung benachbarter Erreger ergeben würde. In diesem Falle können kleinere, keine Überlappung verursachende Aperturen benutzt werden, wenn die Richtwirkung der Erreger 6, 7 und 8, wie dies in den Fig. 1 und 2 gezeigt ist, durch in die Strahleröffnungen gesteckte dielektrische Stabstrahler 11 verstärkt wird.

An die als Hornstrahler oder Hohlleitererreger ausgebildeten Erreger 6, 7 und 8 schließen sich in den Ausführungsbeispielen nach den Fig. 1 und 2 jeweils ein 90° -Hohlleiterkrümmer und weitere Hohlleiterstücke an, denen Übergänge auf Bandleitung folgen. Um der Forderung nach extrem niedrigen Stückkosten gerecht zu werden, sind die Erreger 6, 7 und 8 mit den anschließenden Krümmern und den Rechteckhohlleiterstücken als Vertiefungen in einem aus zwei Platten 12 und 13 zusammengesetzten preisgünstig herstellbaren Feinspritzgußteil realisiert. Die Trennebene dieser Spritzgußplatten 12 und 13 ist mit 14 bezeichnet.

Beim Kraftfahrzeug-Abstandswarnradar liegt ein Problem darin, daß über die Hauptkeulenflanke oder über die Nebenzipfel des Strahlungsdiagramms auch störende Mikrowellenstrahlung von entgegenkommenden Fahrzeugen aufgenommen werden könnte, die das gleiche Warnsystem benutzen. Dieses Problem der Unterdrückung der Störstrahlung von entgegenkommenden Fahrzeugen läßt sich in vorteilhafter Weise dadurch lösen, daß die Polarisierung der Erreger 6, 7 und 8 um 45° gedreht wird. Die Polarisierung der drei Strahlungskeulen 2, 3 und 4 ist dann um den gleichen Winkel gedreht. Damit ist die Strahlung entgegenkommender Fahrzeuge theoretisch unsichtbar, denn bei entgegengesetzter Fahrtrichtung wird aus einer $+45^\circ$ - eine -45° -Polarisation und umgekehrt. Orthogonal polarisierte Wellen können aber von der Antenne nicht empfangen werden. Bei zirkularer Polarisation tritt dieser Effekt nicht auf, da beispielsweise eine rechtszirkuläre Polarisation auch rechtszirkulär bleibt, wenn das Fahrzeug in der anderen Richtung fährt (zum Vergleich: aus einer Rechtsschraube wird nie eine Linksschraube, egal von welcher Seite man sie in eine Mutter hineinschraubt). Die Realisierung einer 45° -Linearpolarisation in Verbindung mit den anderen Maßnahmen ist ein wesentlicher Bestandteil des Antennenkonzepts nach der Erfindung.

Ein verhältnismäßig einfacher Weg zur Drehung der Erregerpolarisation besteht darin, jeden der Erreger 6, 7 und 8 selbst um 45° um seine Längsachse zu verdrehen. Fig. 3 zeigt in einer Ansicht von vorne, die zum Teil geschnitten ist, für eine erfindungsgemäße Linsenanten-

nenanordnung ein aus drei Hohlleiter-Erregern 6, 7 und 8 bestehendes Erregersystem, bei dem die Erreger 6, 7 und 8 so um ihre Längsachse gedreht sind, daß sich ein Polarisationswinkel von 45° ergibt. Die Erreger 6, 7 und 8 können einfache offene Rechteckhohlleiter sein, oder aber wie in Fig. 4 im Schnitt A-A gezeigt ist, die besonders kurze Bauform eines Boxhorns 15, d. h. eines Hohlleiters mit sprunghafter Querschnittserweiterung, haben. Daneben können sie auch als einfache Pyramidenhornstrahler ausgebildet sein. Wie bereits im Zusammenhang mit der Beschreibung der Anordnungen nach den Fig. 1 und 2 erwähnt, schließen sich an die Erreger 6, 7 und 8 jeweils ein 90° -Hohlleiterkrümmer und weitere Hohlleiterstücke 16 an, denen Übergänge 17 auf Bandleitung 18 folgen, die auf einer Grundplatte 31 mit einer sehr dünnen dielektrischen Zwischenschicht aufgebracht ist.

Einen anderen Weg zur Drehung der Erregerpolarisation zeigt Fig. 5. Hier sind die Strahleraperturen der Erreger 6, 7 und 8 in Längsachsrichtung nicht gedreht, sondern nur die Hohlleitereinspeisungen 19 um 45° . Wie der Vergleich mit der Anordnung nach Fig. 3 zeigt, kann bei gleichem Erregerabstand dabei eine etwas größere Erregerapertur benutzt werden. Dadurch wird die Überstrahlung am Linsenrand reduziert. Nachteilig könnte bei dem Erregerprinzip nach Fig. 5 ein gewisser Anstieg der Kreuzpolarisation an den Flanken der Strahlungskeule in der Vertikal- und Horizontalebene sein.

Es wird darauf hingewiesen, daß bei der in Fig. 4 dargestellten Form der Erreger als Boxhorn 15 der sich daran anschließende 90° -Hohlleiterkrümmer 20 in der Schnittdarstellung sichtbar ist. Der Polarisationsvektor 21 der elektromagnetischen Wellen verläuft in der in Fig. 4 gezeigten Richtung.

Da sich bei Drehung der Erreger 6, 7 und 8 um ihre jeweilige Längsachse die Strahlungskeulen 2, 3 und 4 mitdrehen, würde bei elliptischem Strahlquerschnitt eine horizontal bzw. vertikal ausgerichtete elliptisch oder rechteckig berandete Linse 5 nicht mehr richtig angestrahlt. Es kommt an den Rändern der Linse 5 teilweise zu einer Überstrahlung, die Störungen und Verluste verursacht. Im Einzelfall kann es daher zweckmäßiger sein, die Linsenapertur und das Erregerdiagramm kreisrund zu wählen, wobei der Linsendurchmesser etwa der langen Rechteckseite der ursprünglichen Apertur entspricht. In der Anordnung nach Fig. 3 ist die Erregeröffnung deshalb so gewählt, daß sich eine etwa drehsymmetrische Strahlungskeule ergibt. Um dennoch unterschiedliche Bündelungen der Strahlungskeulen 2, 3 und 4 der Antenne in horizontaler und vertikaler Richtung zu erreichen, wird die Linsenkontur beispielsweise in vertikaler Richtung so abgeändert, daß sich in dieser Richtung ein geeigneter nichtlinearer Phasengang ergibt, der zu der gewünschten Strahlverbreiterung von beispielsweise 3° auf 5° führt. Bei der Linsenversion gemäß der Anordnung nach Fig. 2 kann es dann zweckmäßig sein, die Außenkontur dem geänderten Phasengang anzupassen; denn nur, wenn an der Außenfläche der Linse 5 keine Strahlbrechung auftritt, bleiben die Vorteile dieser Version vollständig erhalten.

Ein Strahlungserregersystem mit einer alternativen Erregerform, nämlich einer Gruppe aus drei Patch-Antennen 22, 23 und 24, zeigt in schematischer Ansicht Fig. 6. Dabei handelt es sich um eine Streifenleitungsantenne, die aus einer leitenden Grundplatte 25 mit einer sehr dünnen dielektrischen Zwischenschicht besteht, auf die rechteckige metallische Bereiche — nämlich die Pat-

ches 22, 23 und 24 — aufgebracht sind. Diese wirken als strahlende Elemente. Die Speisung der Patches 22, 23 und 24 erfolgt durch seitliche galvanische Ankopplung über Streifenleitungen 26, 27 und 28. Die Platine 25 mit den Patches 22, 23 und 24 liegt in der Brennebene der Linse, also parallel zur Linsenapertur. Die Streifenleitungen 26, 27 und 28 sind mittels eines Übergangs 29 mit einem miniaturisierten integrierten Mikrowellenschaltkreis 30, einem sogenannten MMIC, verbunden.

Es folgen nun Ausführungen zur Funktion und zum konstruktiven Aufbau des Frontends.

Die im Frontend integrierte Elektronikschaltung enthält als Kernstück einen Halbleiterbaustein mit einem miniaturisierten integrierten Mikrowellenschaltkreis (MMIC). Dieser enthält auch die elektronischen Schalter zum Umschalten zwischen den drei Erregern. Im Falle der Patch-Erreger, vgl. die Ausführungsform nach Fig. 6, führen drei Streifenleitungen 26, 27 und 28 vom MMIC 30 über den Übergang 29 direkt zu den Patches 22, 23 und 24. Im Falle von Hohlleiter- oder Pyramiden-erregern ist, wie in Fig. 3 gezeigt, noch ein spezieller Übergang 17 zur Einkopplung von der Bandleitung 18 in den Rechteckhohlleiter 16 vorgesehen. Die Ausführung solcher Übergänge ist prinzipiell bekannt.

Da es bei den gegebenen sehr geringen Abmessungen technisch äußerst problematisch ist, eine starre galvanische Verbindung zwischen dem MMIC und der auf einem separaten Substrat (25 in Fig. 6 bzw. 31 in Fig. 3) aufgetragenen weiterführenden Bandleitung herzustellen, ist ein flexibles leitendes Verbindungsbändchen zwischen beiden vorgesehen, welches auf einer Seite durch Bonden fixiert wird.

Um Hochfrequenz-Dichtigkeit zu erreichen, wird bei den Ausführungsformen mit Hohlleitererregern die gesamte Brennebene außerhalb der Hohlleiteröffnungen mit einer metallischen Fläche elektromagnetisch dicht abgeschlossen, so daß keine unterhalb der Betriebsfrequenz liegenden Frequenzen zur Elektronikschaltung gelangen können. Um auch im Falle der Patch-Erreger HF-Dichtigkeit zu erreichen, kann es zweckmäßig sein, vor dem Übergang 29 in Fig. 6 zum MMIC 30 jeweils ein Stück Rechteckhohlleiter mit entsprechenden beidseitigen Einkopplungen von den Bandleitungen 26, 27 und 28 einzufügen und den Raum neben den Hohlleitern wieder mit einer metallischen Fläche abzudichten.

Ein Beispiel einer konstruktiven Ausführung eines Kraftfahrzeug-Abstandswarnradar-Frontends mit integrierter Linsenantennenanordnung nach der Erfindung zeigen die Fig. 7 und 8. Dabei ist in Fig. 7 eine perspektivische Außenansicht dargestellt. Das Frontend besteht aus einem quaderförmigen, z. B. in Spritzgußtechnik hergestellten Metallgehäuse 32, das an seiner Vorderseite von einer z. B. aus Polystyrol bestehenden Linse 33 abgedeckt ist. Die Linse 33 kann z. B. durch Schnappverschlüsse 34 als Deckel aufgesetzt werden. An einer Seitenwand 35 sind in einem Anschlußkästchen 36 Steckerpins 37 z. B. eingegossen, an die sich die Stromversorgung für die elektronischen Schaltelemente im Gehäuse 32 und Leitungen zur Weiterleitung von Informationen aus dem Gehäuse 32 an einen externen Rechner im Kraftfahrzeug anschließen lassen. Ein Beispiel für die Aufteilung der Komponenten im Innern des Gehäuses 32 ist in einer teilweise aufgeschnittenen Schrägansicht in Fig. 8 gezeigt. Man erkennt, daß die Linse 33 mittels einer Dichtung 49 so auf dem Gehäuse 32 aufliegt, daß eine witterungsfeste Abdeckung des Gehäuses 32 gegeben ist. Auf dem z. B. aus Aluminium-Druckguß bestehenden Boden 38, der beispielsweise in das Gehäuse 32

eingegossen ist, ist ein Elektronikblock 39 eingeklebt. Darin bzw. darauf finden sich elektronische Schaltelemente und evtl. ein ASIC-Baustein 40 mit einem besonderen Schutz. Auch ein auf einem Träger vorgesehener MMIC 41 ist in geschützter Weise vorgesehen. Die Erreger 42, 43 und 44 mit sich daran anschließenden Krümmern und Rechteckhohlleitern sind als Öffnungen in einem aus zwei Platten 45 und 46 zusammengesetzten Druckgußteil realisiert. Zwischen dem MMIC 41 und dem Elektronikblock 39 sind kleine leitende Verbindungsbänder 47 zwischengeschaltet. Durch Bonden auf dem Elektronikblock 39 fixiert sind auch die Verbindungen 48 zu den eingegossenen Steckerpins 37. Der Elektronikblock 39, der ASIC Baustein 40 und der MMIC 41 sowie die Zuführungsleitungen zu diesen sind durch einen metallisierten Verguß 70 geschützt und abgeschirmt.

In den bislang beschriebenen Ausführungsbeispielen wird über die jeweils eingeschaltete Strahlungskeule 2, 3 bzw. 4 sowohl gesendet als auch empfangen. Unter Umständen kann es günstiger sein, Sende- und Empfangsantenne zu trennen und sie beispielsweise nebeneinander anzuordnen. Da es genügt, die Richtungsselektion beim Empfang der Signale durchzuführen, ist es im Sendefall hierbei möglich, in horizontaler Richtung eine breitere Strahlungskeule von beispielsweise 10° zu erzeugen. Ein solches Ausführungsbeispiel ist in einer geschnittenen Ansicht von oben in Fig. 9 dargestellt. Den von vorne gesehen linken Teil der Antennenanordnung bildet eine Empfangsantenne 50, die dem anhand der Fig. 1 und 2 beschriebenen Frontend-Aufbau entspricht. Hierbei ist allerdings die Innenfläche der Linse 51 plan, wogegen die Außenfläche gekrümmt und zusätzlich gestuft ist. Die Apertur einer daneben liegenden Sendeantenne 52 ist entsprechend kleiner als die der Empfangsantenne 50. Die Sendeantenne 52 hat lediglich einen Erreger 53, kann aber im übrigen nach einem der bereits beschriebenen Prinzipien aufgebaut sein. Sende- und Empfangsantenne 52 bzw. 50 können dabei nach dem gleichen Prinzip aufgebaut sein, müssen es jedoch nicht. Im Metallgehäuse 54, das innen und zwischen den beiden Antennen 50 und 52 mit einer Dämpfungsschicht 71 ausgekleidet ist, sind die Hohlleitererreger 53 bzw. 54, 55 und 56 mit den anschließenden Krümmern und Rechteckhohlleitern als Öffnungen bzw. Vertiefungen in einem aus zwei Platten 57 und 58 an einer Trennebene 59 zusammengesetzten Feinspritzgußteil angeordnet. Die für die Sendeantenne 52 vorgesehene Linse 60, welche eine kleinere Apertur aufweist als diejenige der Empfangsantenne 50, ist in ähnlicher Weise geformt und gestuft wie die Linse 51 der Empfangsantenne 50. Im Senderteil ist innerhalb des Metallgehäuses 54 noch ein Oszillator 61 eingebaut.

Fig. 10 zeigt beispielhaft jeweils in Querschnittsdarstellung die Strahlungskeule 62 der Sendeantenne 52 und die drei Strahlungskeulen 63, 64 und 65 der Empfangsantenne 50 der Anordnung nach Fig. 9. In Fig. 11 sind die kreisrunden Aperturen bei Betrieb mit 45° -Linearpolarisation der Sendeantenne 52 und der Empfangsantenne 50 der Anordnung nach Fig. 9 beispielhaft dargestellt. Die Apertur der Sendeantenne 52 ist mit 66 und die Apertur der Empfangsantenne 50 mit 67 bezeichnet. Eine nach dem getrennten Sende/Empfangsbetrieb aufgebaute Antenne für $0^\circ/90^\circ$ -Polarisation mit rechteckförmigen Aperturen hätte beispielsweise die gestrichelt dargestellten Formate. Die Apertur für eine Sendeantenne ist hierbei mit 68 und die Apertur für eine Empfangsantenne mit 69 bezeichnet.

1. Mikrowellen-Linsenantennenanordnung für Kraftfahrzeug-Abstandswarnradar mit einem Strahlungserregersystem und einer für elektromagnetische Wellen durchlässigen Linse aus dielektrischem Material, dadurch gekennzeichnet, daß das Strahlungserregersystem zur Erzeugung einer linken, einer mittleren und einer rechten Strahlungskeule (4, 2, 3) aus drei getrennt einschaltbaren, horizontal in der Brennebene der Linse (5) nebeneinander so angeordneten Erregern (8, 6, 7) besteht, daß sich sowohl die linke als auch die rechte Strahlungskeule (4, 3) mit der mittleren (2) jeweils im Flankenbereich des Horizontalantennendiagramms überlappen, und daß die als Sammellinse ausgebildete Linse eine kurze Brennweite aufweist und mit dicken- und verlustverringenden Stufen versehen ist.
2. Mikrowellen-Linsenantennenanordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Strahlungskeulen (2, 3, 4) in der Vertikalebene eine andere, vorzugsweise stärkere Bündelung aufweisen als in der Horizontalebene.
3. Mikrowellen-Linsenantennenanordnung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Erregerdiagramme im Querschnitt und die Linsenapertur kreisrund gewählt sind, und daß eine unterschiedliche Bündelung in der horizontalen und vertikalen Ebene dadurch erreicht wird, daß die Linsenkontur in der vertikalen bzw. horizontalen Ebene so abgeändert ist, daß sich in der jeweiligen Ebene ein geeigneter nichtlinearer Phasengang ergibt, der zu einer gewünschten Strahlverbreiterung in dieser Ebene führt.
4. Mikrowellen-Linsenantennenanordnung nach Anspruch 2, gekennzeichnet durch eine rechteck- oder ellipsenförmige Linsenapertur, deren längere Seite dabei in der Ebene mit der höheren Keulenbündelung liegt.
5. Mikrowellen-Linsenantennenanordnung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß auch die Diagramme der drei Erreger (6, 7, 8) jeweils unterschiedliche Bündelungen in den beiden orthogonalen Ebenen aufweisen.
6. Mikrowellen-Linsenantennenanordnung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß die drei Erreger (6, 7, 8) rechteckförmige Aperturen aufweisen, deren Kanten vertikal bzw. horizontal liegen.
7. Mikrowellen-Linsenantennenanordnung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß die drei Erreger (6, 7, 8) quadratische oder kreisrunde Aperturen aufweisen, wobei in der E- und H-Ebene jeweils unterschiedliche Bündelungen vorliegen.
8. Mikrowellen-Linsenantennenanordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die drei Erreger (6, 7, 8) des Strahlungserregersystems so ausgebildet und/oder angeordnet sind, daß sie eine 45° -Linearpolarisation erzeugen.
9. Mikrowellen-Linsenantennenanordnung nach Anspruch 8 dadurch gekennzeichnet, daß die drei Erreger (6, 7, 8) jeweils eine Rechteckapertur aufweisende Hohlleitererreger sind, die nebeneinander parallel und mit ihren Kanten um 45° gegenüber der Vertikal- bzw. Horizontalrichtung gedreht angeordnet sind.
10. Mikrowellen-Linsenantennenanordnung nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Hohlleitererreger entweder als offene Rechteckhohllei-

ter, als Box-Horns (15), d. h. als Rechteckhohlleiter mit sprunghafter Querschnittserweiterung, oder als Pyramidenhörner ausgebildet sind.

11. Mikrowellen-Linsenantennenanordnung nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß die drei Erreger (6, 7, 8) jeweils eine Rechteckapertur aufweisende Hohlleitererreger sind, die nebeneinander parallel und mit ihren längeren Kanten in Vertikalrichtung angeordnet sind, aber mit demgegenüber um 45° verdrehten Hohlleitereinspeisungen (19) versehen sind.

12. Mikrowellen-Linsenantennenanordnung nach einem der Ansprüche 8 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß für den Fall, in dem sich wegen des Erfordernisses einer geringen Linsenüberstrahlung und damit verbundener Übergröße der Hornstrahler- bzw. Hohlleitererregeraperturen eine räumliche Überlappung benachbarter Erreger (6, 7 bzw. 7, 8) ergeben würde, kleinere, keine Überlappung verursachende Aperturen vorgesehen sind, wobei in die Strahleröffnungen dann die Erregerrichtwirkung verstärkende dielektrische Stabstrahler (11) gesteckt sind.

13. Mikrowellen-Linsenantennenanordnung nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß die drei Erreger (22, 23, 24) des Strahlungserregersystems drei sogenannte Patch-Antennen sind, d. h. Streifenleitungsantennen, die aus einer leitenden Grundplatte (25) mit einer sehr dünnen dielektrischen Zwischenschicht bestehen, auf die rechteckförmige metallische Bereiche — die sogenannten "Patches" — aufgebracht sind, die als strahlende Elemente wirken, daß die Speisung der "Patches" durch seitliche galvanische Ankopplung über Streifenleitungen (26, 27, 28) erfolgt, und daß die Platine mit den "Patches" in der Brennebene der Linse (5), also parallel zur Linsenapertur liegt.

14. Mikrowellen-Linsenantennenanordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Stufen auf der Innenseite der Linse (5) angebracht sind, und die Außenseite der Linse eine glatte Oberfläche aufweist.

15. Mikrowellen-Linsenantennenanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 13, dadurch gekennzeichnet, daß die Stufen auf der Außenseite der Linse (5) angebracht sind, und daß zusätzlich ein verlustarmes Radomfenster (10) mit glatter Außenfläche vor der Linse angeordnet ist.

16. Mikrowellen-Linsenantennenanordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß durch besondere Wahl der Linsenkontur das Antennen-Strahlungsverhalten optimiert ist.

17. Mikrowellen-Linsenantennenanordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß zur Verminderung von Reflexionen eine der Linsenflächen Veränderungen aufweist.

18. Mikrowellen-Linsenantennenanordnung nach Anspruch 17, dadurch gekennzeichnet, daß die Veränderungen geeignet bemessene, gleichmäßig über die Fläche verteilte Bohrungen sind.

19. Mikrowellen-Linsenantennenanordnung nach Anspruch 17, dadurch gekennzeichnet, daß die Veränderung durch eine Oberflächenschicht geeigneter Dicke mit niedriger Dielektrizitätskonstante gebildet ist.

20. Mikrowellen-Linsenantennenanordnung nach

Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, daß die Linsenkontur so gewählt ist, daß durch den seitlichen Versatz der Erreger (6, 7, 8) entstehende Abbildungsfehler reduziert werden.

21. Mikrowellen-Linsenantennenanordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die dielektrische Linse (33) und das Strahlungserregersystem sowie diesem nachgeordnete elektronische Schaltelemente in einem kompakten, zum Beispiel quaderförmigen Gehäuse (32) untergebracht sind und ein sogenanntes Frontend bilden, daß die Linse zugleich die witterungsfeste vordere Abdeckung des Gehäuses darstellt, und daß das Gehäuse auf der Rückseite oder einer anderen Seitenfläche Anschlüsse (36, 37) zur Stromversorgung der elektronischen Schaltelemente und zur Weiterleitung von Informationssignalen aus dem Gehäuse zu einem externen Rechner im Kraftfahrzeug aufweist.

22. Mikrowellen-Linsenantennenanordnung nach Anspruch 21, dadurch gekennzeichnet, daß die seitlich von der Linse (5) vorhandenen Gehäusewände zur Vermeidung von Wandreflexionen mit einer die Mikrowelle dämpfenden Schicht (9) überzogen sind.

23. Mikrowellen-Linsenantennenanordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die dielektrische Linse (5) aus Polystyrol besteht.

24. Mikrowellen-Linsenantennenanordnung nach einem der Ansprüche 9 bis 12, dadurch gekennzeichnet, daß sich an die Hohlleitererreger (6, 7, 8) jeweils ein 90°-Hohlleiterkrümmer (20) und danach weitere Hohlleiterstücke (20) anschließen, denen Übergänge (17) auf Bandleitungen (18) folgen.

25. Mikrowellen-Linsenantennenanordnung nach Anspruch 24, dadurch gekennzeichnet, daß die Hohlleitererreger (6, 7, 8) mit den sich daran anschließenden Krümmern (20) und den Rechteckhohlleiterstücken (16) durch Vertiefungen in einem aus zwei metallischen oder metallisierten Platten (12, 13) zusammengesetzten Feinspritzgußteil gebildet sind.

26. Mikrowellen-Linsenantennenanordnung nach Anspruch 21 oder 22, dadurch gekennzeichnet, daß die im Frontend-Gehäuse (32) vorgesehenen elektronischen Schaltelemente durch eine integrierte Elektronikschaltung (39) gebildet werden, die als Kernstück einen Halbleiterbaustein mit einem miniaturisierten integrierten Mikrowellenschaltkreis (41, 30), also einem sogenannten MMIC enthält, in dem auch elektronische Schalter zum Umschalten zwischen den drei Erregern (42, 43, 44) vorgesehen sind.

27. Mikrowellen-Linsenantennenanordnung nach den Ansprüchen 26 und 13, dadurch gekennzeichnet, daß drei Bandleitungen (26, 27, 28) vorgesehen sind, die vom miniaturisierten integrierten Mikrowellenschaltkreis (30) direkt zu den "Patches" (22, 23, 24) der drei Patch-Antennen führen.

28. Mikrowellen-Linsenantennenanordnung nach Anspruch 26 und einem der Ansprüche 21 bis 25, dadurch gekennzeichnet, daß an den miniaturisierten integrierten Mikrowellenschaltkreis (41) drei Bandleitungen angeschlossen sind, und daß jeweils ein spezieller Übergang zur Einkopplung von der Bandleitung in den Rechteckhohlleiter vorgesehen ist.

29. Mikrowellen-Linsenantennenanordnung nach Anspruch 27 oder 28, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen dem miniaturisierten integrierten Mikrowellenschaltkreis (41) und den drei auf einem separaten Substrat angebrachten Bandleitungen jeweils ein flexibles leitendes Verbindungsbändchen vorgesehen ist, welches auf einer Seite durch Bonden fixiert ist. 5
30. Mikrowellen-Linsenantennenanordnung nach einem der Ansprüche 21 bis 26, dadurch gekennzeichnet, daß im Gehäuse die gesamte Brennebene mit Ausnahme der Hohlleiteröffnungen mit einer metallischen Fläche elektromagnetisch dicht abgeschlossen ist. 10
31. Mikrowellen-Linsenantennenanordnung nach Anspruch 26 oder 27, dadurch gekennzeichnet, daß vor der Übergangsstelle zum miniaturisierten integrierten Mikrowellenschaltkreis jeweils ein Rechteckhohlleiterstück mit entsprechenden beidseitigen Einkopplungen von den Bandleitungen eingefügt ist, und daß im Gehäuse der Raum neben den Rechteckhohlleiterstücken mit einer metallischen Fläche abgedichtet ist. 15 20
32. Mikrowellen-Linsenantennenanordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß über die jeweils eingeschaltete Strahlungskeule (2, 3, 4) sowohl gesendet als auch empfangen wird. 25
33. Mikrowellen-Linsenantennenanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 31, dadurch gekennzeichnet, daß über die jeweils eingeschaltete Strahlungskeule (63, 64, 65) nur empfangen wird, und daß zum Senden eine besondere, nur einen einzigen Erreger (53) aufweisende Linsenantenne (52) vorgesehen ist, die eine breite Schaltungskeule (62) erzeugt, aber auch nach einem von denjenigen Prinzipien aufgebaut ist, nach denen die nur empfangende Antenne (50) ausgebildet ist. 30 35
34. Mikrowellen-Linsenantennenanordnung nach Anspruch 33, dadurch gekennzeichnet, daß die Apertur der Sendeantenne (52) kleiner als die Apertur der ausschließlich empfangenden Antenne (50) bemessen ist. 40
35. Mikrowellen-Linsenantennenanordnung nach Anspruch 33 oder 34, dadurch gekennzeichnet, daß die Sendeantenne (52) und die ausschließlich empfangende Antenne (50) in einem gemeinsamen Gehäuse (54) untergebracht sind, für das die gleichen Gestaltungsmerkmale gelten wie für das einfache Gehäuse (1) nach Anspruch 21. 45 50

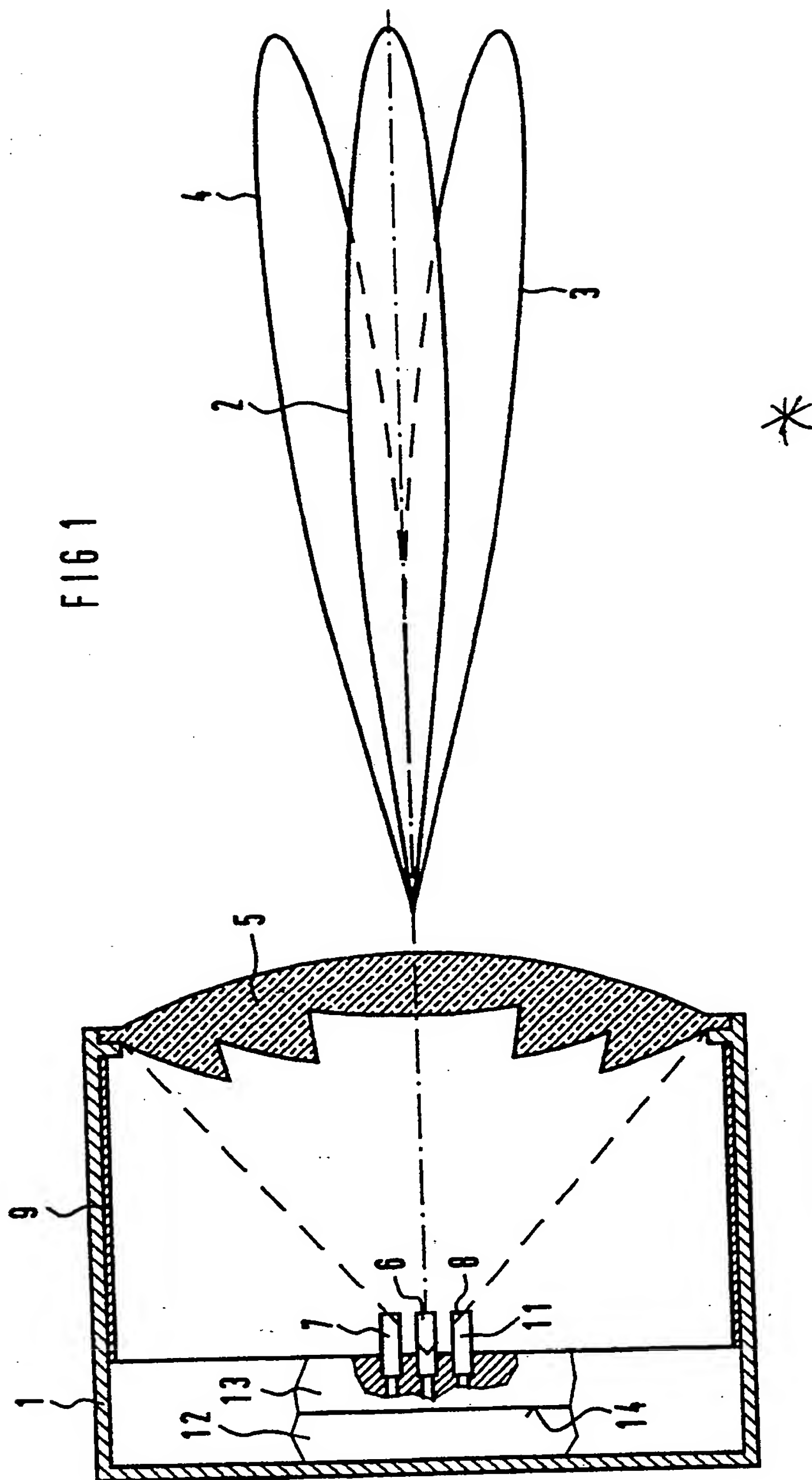
Hierzu 8 Seite(n) Zeichnungen

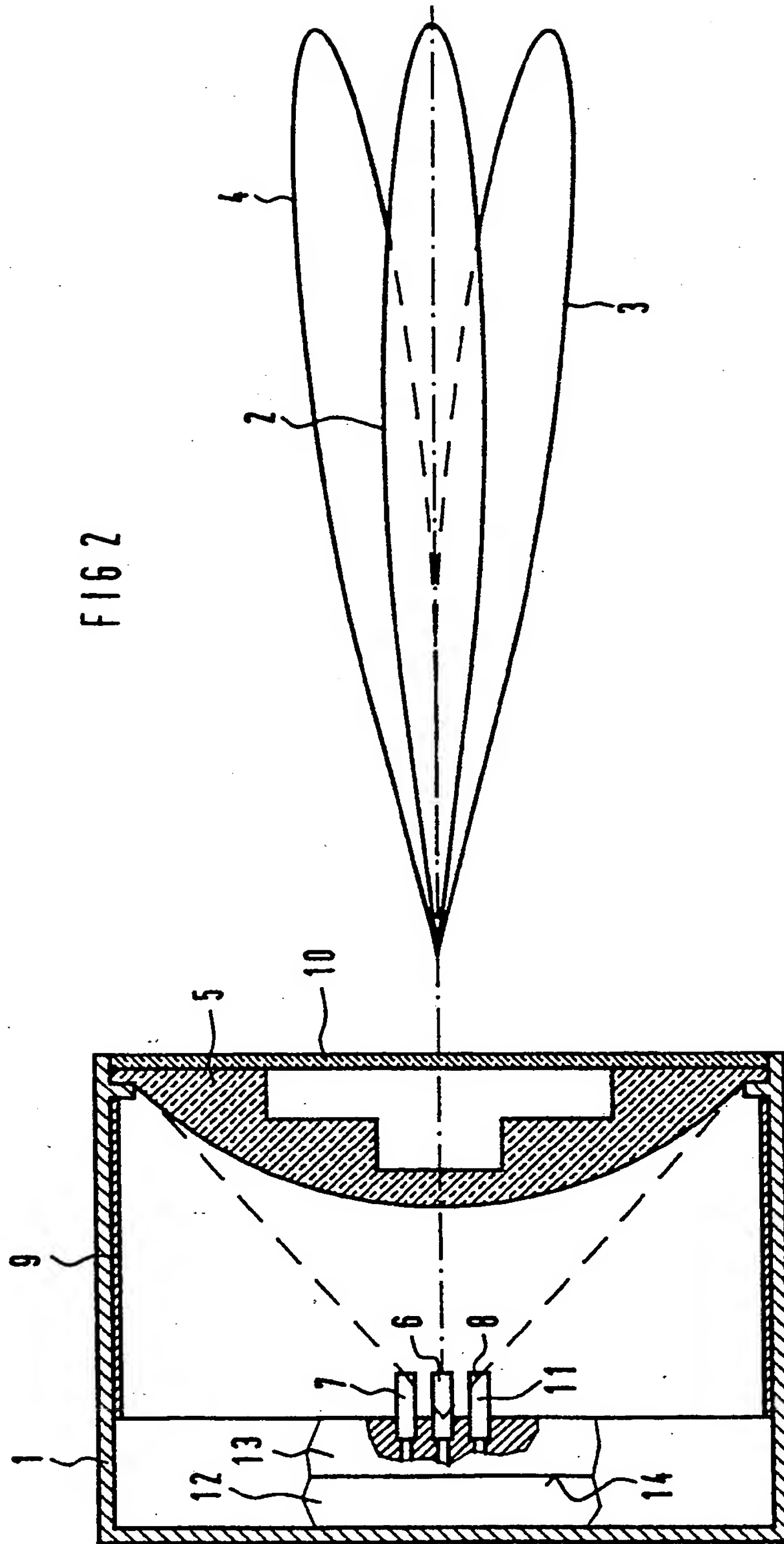
55

60

65

- Leerseite -





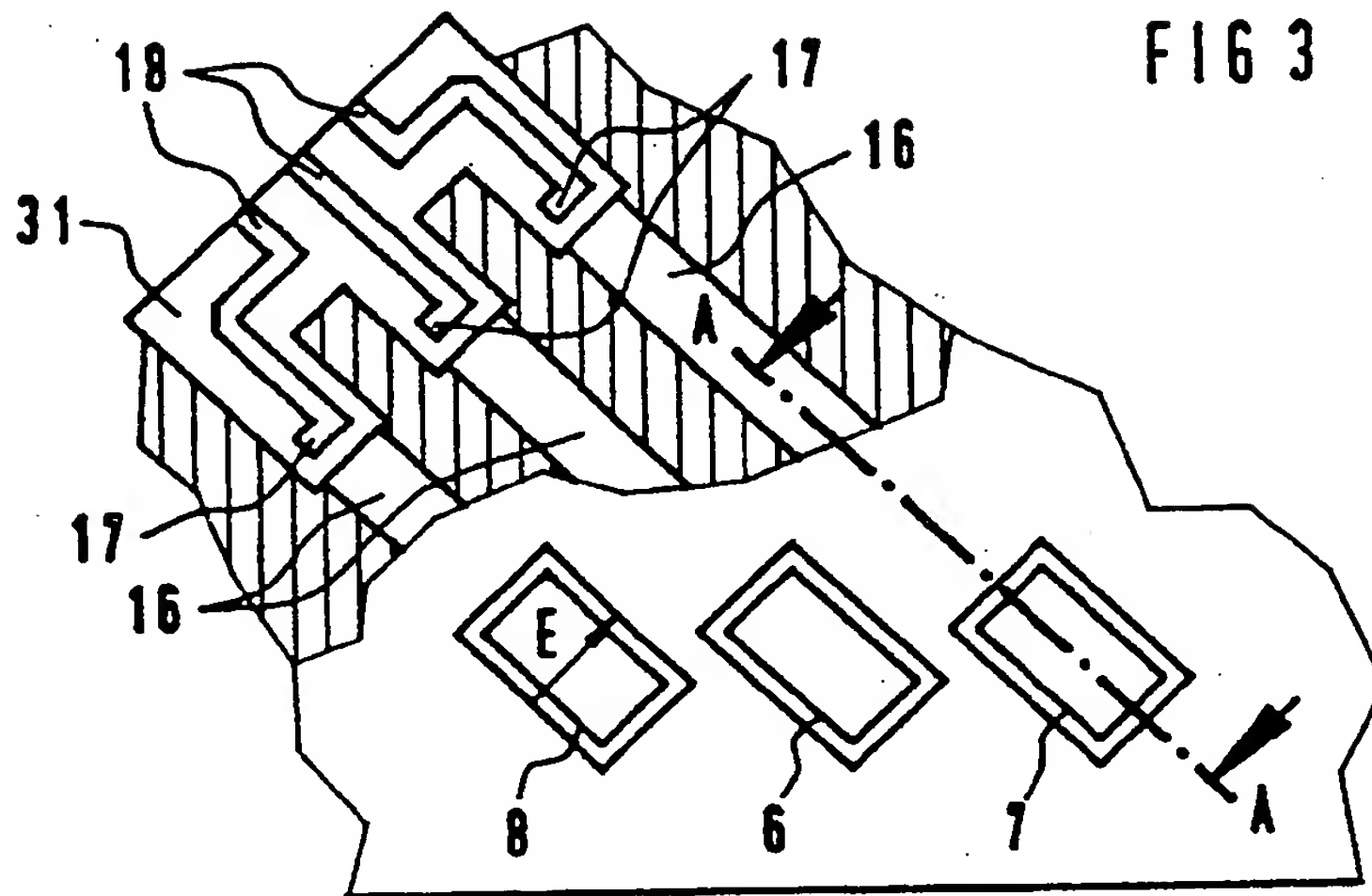


FIG 4

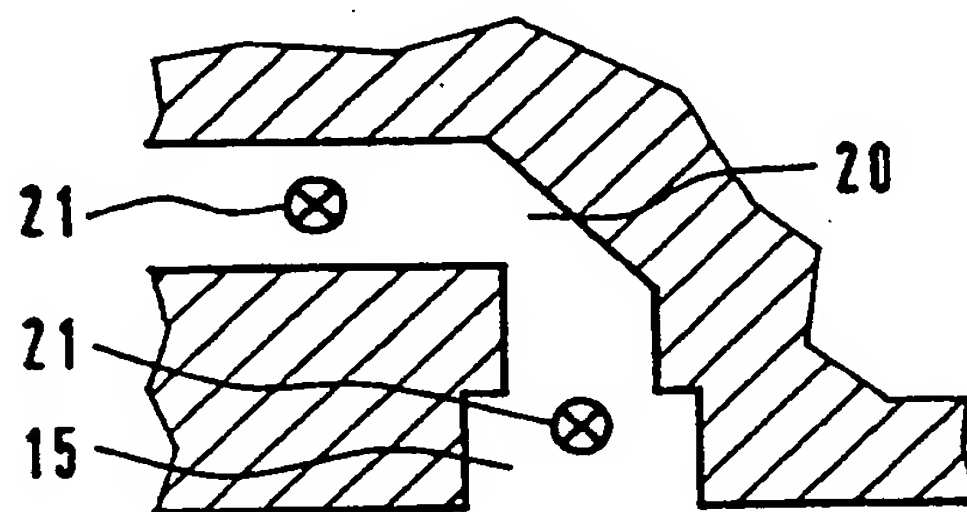
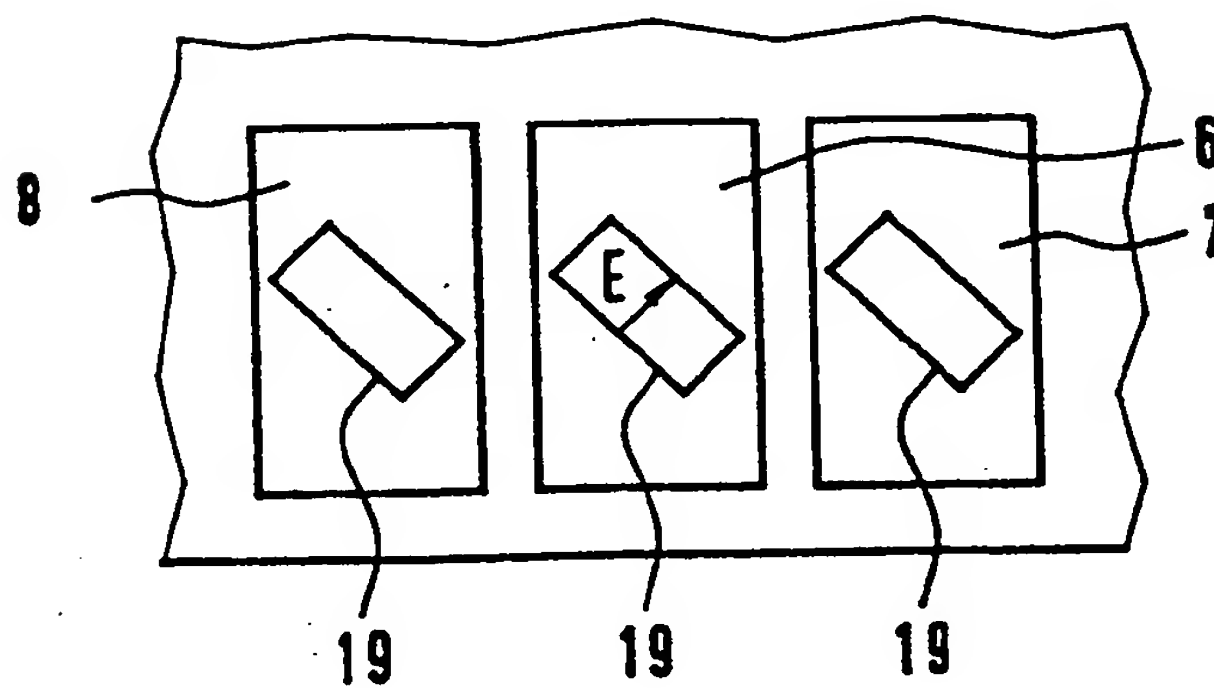
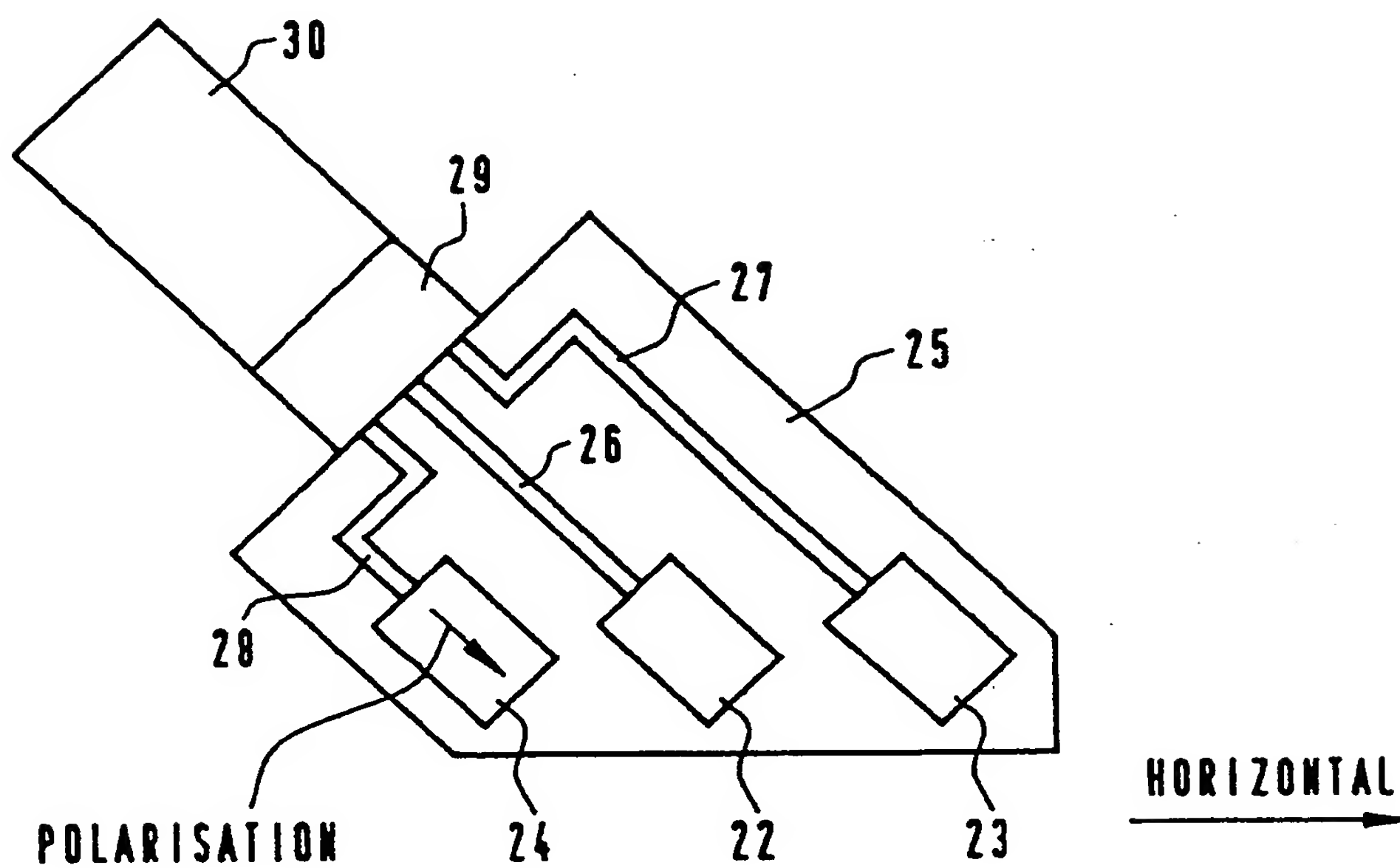
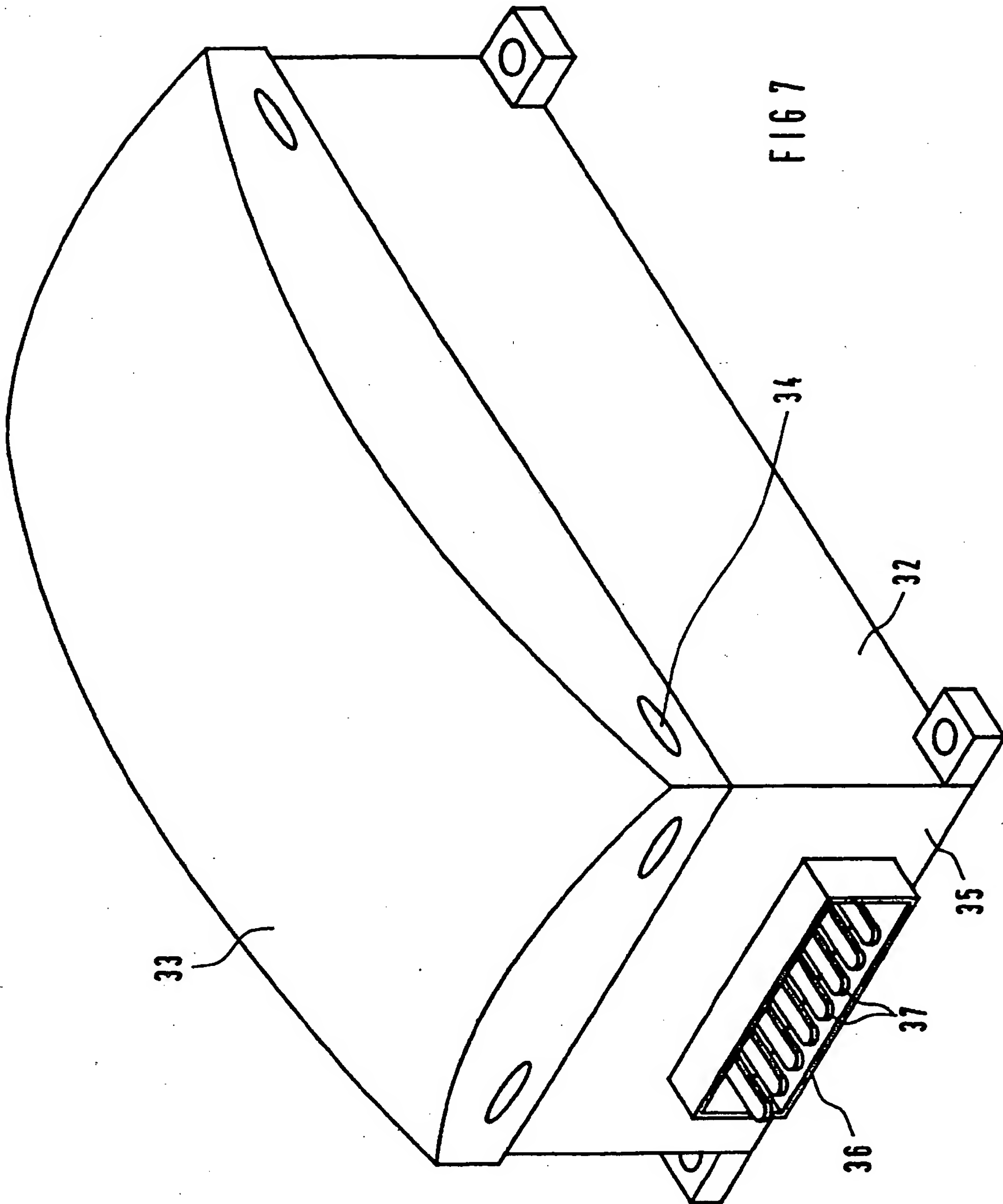


FIG 5



F16 6





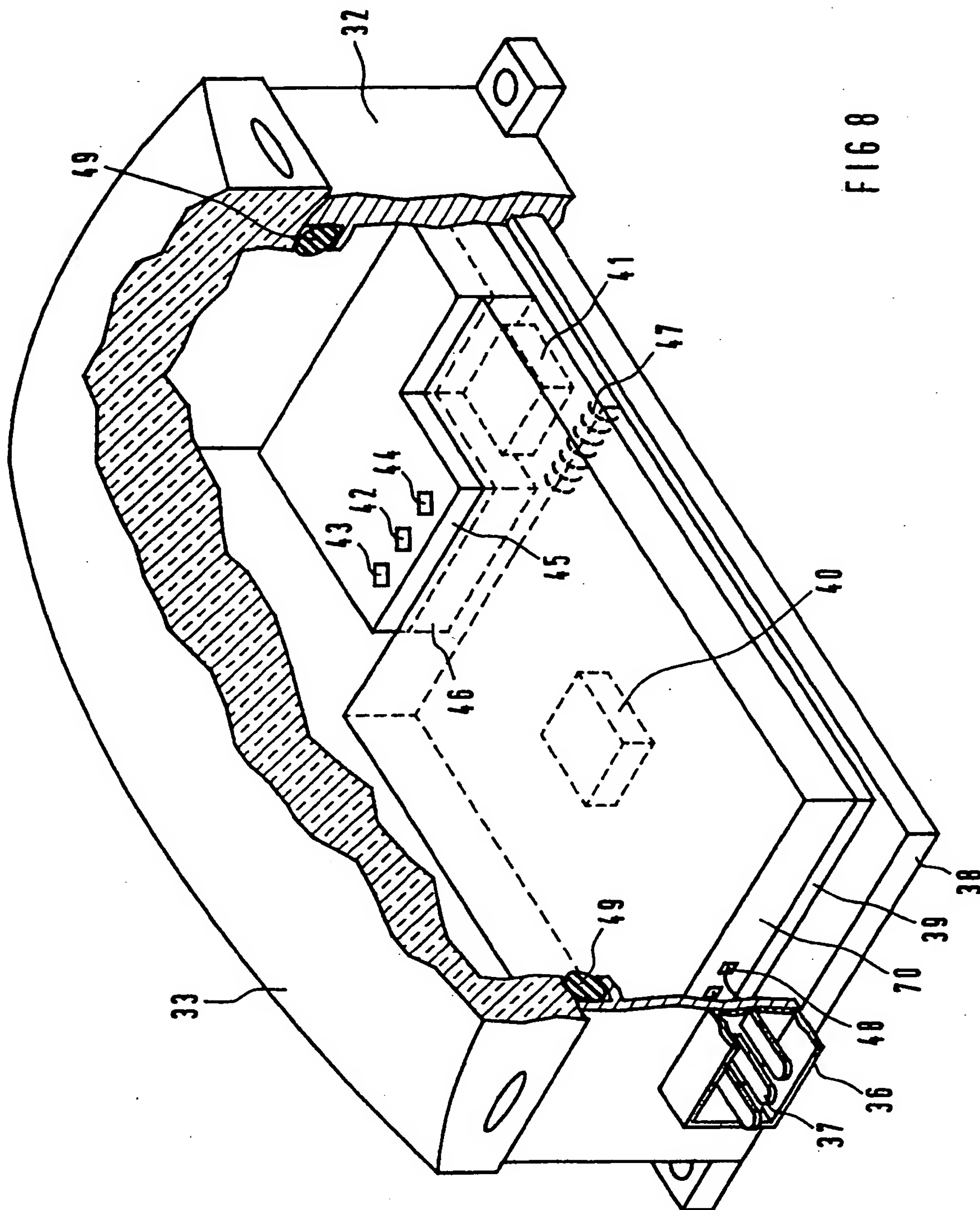
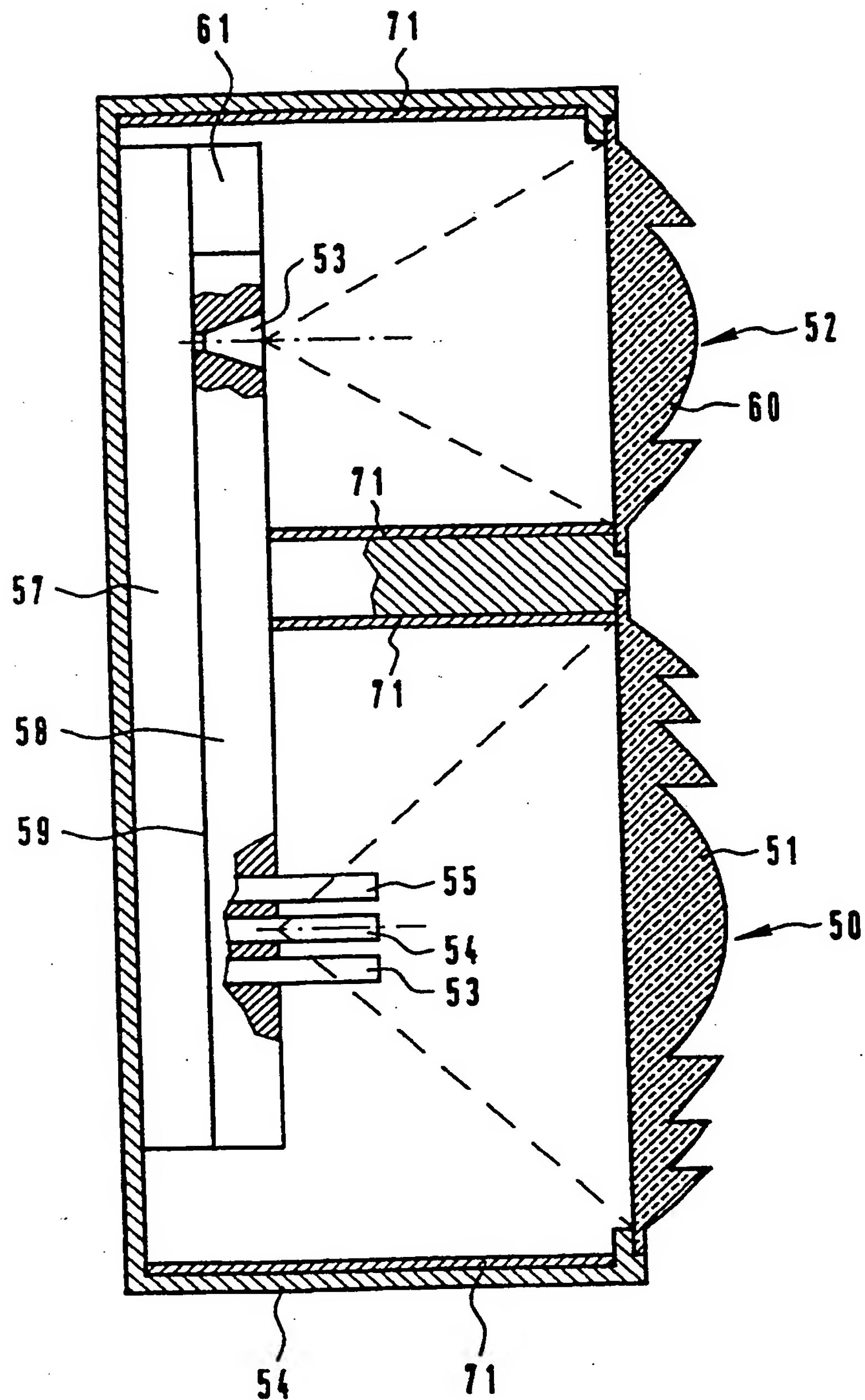
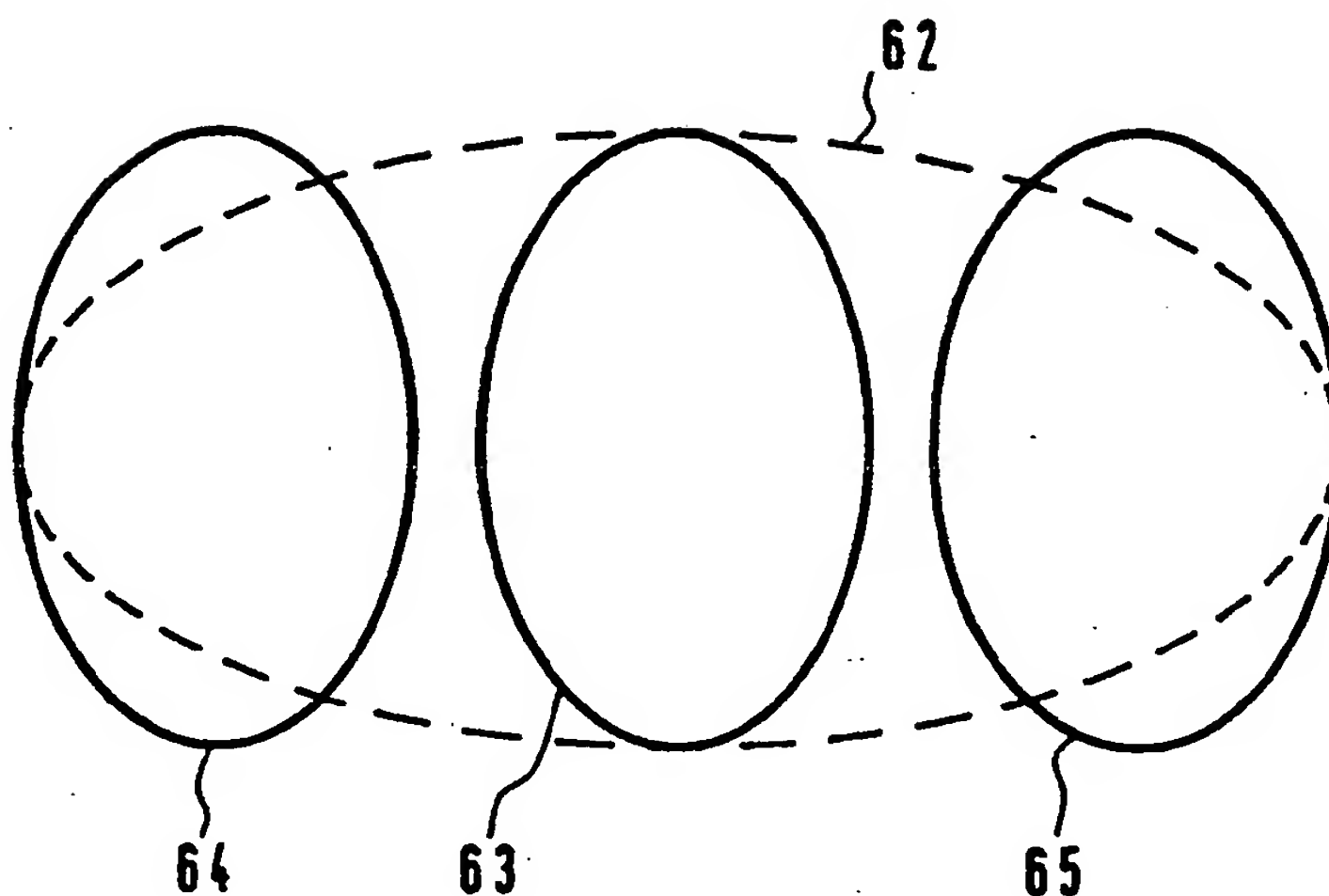


FIG 8

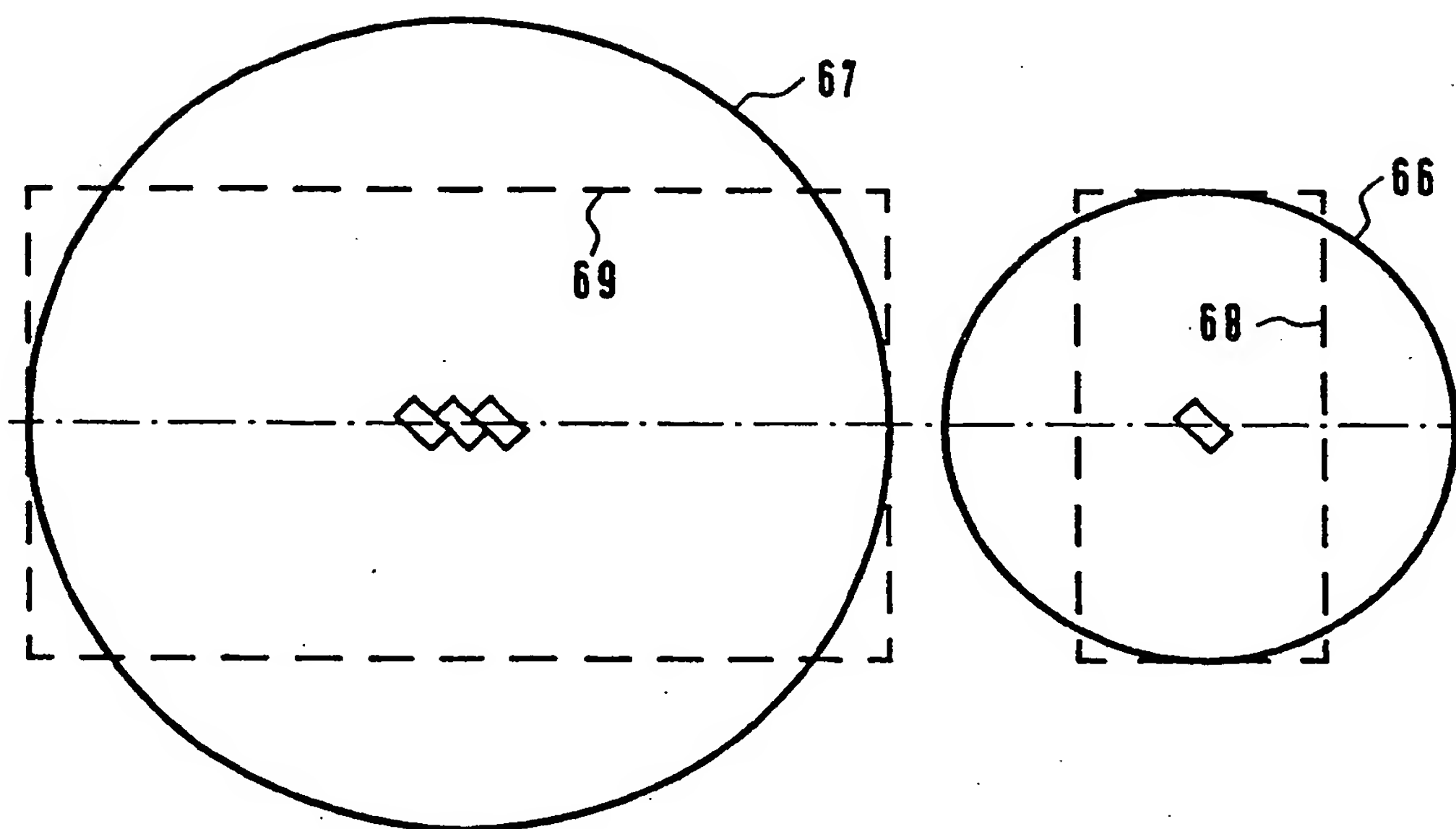
FIG 9



F16 10



F16 11



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.